

LES POUVOIRS INSOUÇONNÉS DE LA PHYCOCYANINE

Le nouvel or bleu de la santé, préventif ou curatif

La phycocyanine : 7000 fois plus active que la Spiruline et 20 fois plus puissante que la vitamine C

Pigment essentiel de la spiruline, la phycocyanine renferme un potentiel incroyable et des bienfaits exceptionnels sur la santé. Véritable perle thérapeutique, elle renforce nos défenses naturelles, agit contre le stress oxydatif et les effets du vieillissement.

Comme tous les pigments, dont la chlorophylle que contient également la spiruline, la phycocyanine a des propriétés thérapeutiques reconnues qui ont été démontrées in vivo et in vitro :

- anti-inflammatoire,
- antioxydante,
- antitumorale,
- immuno-protectrice.

Ce phytopigment, cette cyanobactérie protéique absorbe et capture les photons, puis transforme cette énergie lumineuse en énergie électro-biochimique...

La phycocyanine, c'est 20 fois la vitamine C, 16 fois la vitamine E.

Vous l'aurez compris, la phycocyanine peut vous aider et devenir votre meilleure alliée. Alors pourquoi se détourner de ce nouvel or bleu ?

Dans cet ouvrage, je vous laisse découvrir les multiples propriétés de ce nutriment et de ses effets sur la santé.

Bonne lecture,

Dr Bertrand CANAVY, DHRes



LES POUVOIRS INSOUÇONNÉS DE LA PHYCOCYANINE

Dr Bertrand CANAVY - DHRES

Dr Bertrand CANAVY, DHRes



LES POUVOIRS INSOUÇONNÉS DE LA PHYCOCYANINE

Le nouvel or bleu de la santé, préventif ou curatif

HIPP  CRATE
ÉDITIONS

Les pouvoirs insoupçonnés de la Phycocyanine

L'or bleu au service de votre santé

Dr Bertrand Canavy, DHRes

Mise en garde :

Ce livre ne peut en aucun cas être considéré comme une consultation médicale. Il ne peut pas remplacer l'expertise médicale. Seul un médecin est habilité à vous délivrer des prescriptions adaptées à votre cas particulier.

Toute mise en pratique des informations contenues dans ce programme devra être faite à la discrétion du lecteur et à ses propres risques.

L'auteur et l'éditeur déclinent toute responsabilité éventuelle découlant de la lecture de ce texte, par rapport à tout dommage,

Les pouvoirs insoupçonnés de la Phycocyanine

maladie, symptôme, problème de santé, perte ou blessure, supposés avoir été causés par l'information contenue dans cet ouvrage.

Ce que vous devez retenir sur la phycocyanine

La phycocyanine est le plus exceptionnel pigment faisant partie de la composition de la spiruline.

C'est un antioxydant puissant à la parfaite biodisponibilité.

Présente généralement à hauteur de 10% à 18%, elle est à l'origine du nom que l'on donne communément à la spiruline : « algue bleue ». Ce pigment est en effet responsable de la couleur bleutée de la spiruline.

Ce dernier, qui est exclusif à la spiruline (on ne retrouve la phycocyanine dans quasi aucun autre aliment), est d'ailleurs utilisé **comme colorant naturel** (le seul colorant bleu naturel autorisé en Europe). *Faites l'expérience et laissez fondre un comprimé de spiruline dans de l'eau, vous constaterez alors clairement des reflets bleus.*

Pour compléter je dirais que la phycocyanine est constituée de l'association de protéines de la famille des phycobiliprotéines et de pigments. Ces derniers sont responsables de sa couleur et jouent un rôle de récepteur dans la photosynthèse (phycocyanobilines).

La phycocyanine, un pigment très étudié

Les pouvoirs insoupçonnés de la Phycocyanine

La phycocyanine booste le système immunitaire, détoxifie l'organisme, renforce l'activité des lymphocytes et assure des fonctions de contrôle cellulaire appropriées.

Il a été mis en avant qu'elle inhibe la croissance, la propagation et le développement des cancers et de certaines autres maladies.

Les biophysiciens indiens Saini MK, Sanyal SN ont découvert que le pigment bleu est une solution naturelle pour la prévention du cancer du côlon.

Dans des études aux États-Unis et en Inde en 2007, des chercheurs ont découvert que la phycocyanine protège le foie du tétrachlorure de carbone lipidique et provoque la mort programmée des cellules cancéreuses du foie.

La phycocyanine inhibe le cancer du pancréas trois jours après l'ingestion (Liao, G. et al.).

Le pigment bleu de la spiruline détoxifie, protège les reins et prévient l'empoisonnement aux métaux lourds.

L'or bleu de la spiruline

La phycocyanine capte bien mieux la lumière que la chlorophylle. Elle est capable de collecter l'intégralité du spectre solaire qu'elle convertie en apport

énergétique et que l'on retrouve ensuite dans la spiruline.

La phycocyanine a une structure similaire à celle de l'hémoglobine à 1 atome près. Elle stimule la synthèse des globules rouges et blancs, booste le système immunitaire tout en apportant un effet antioxydant, anti-allergique et anti-inflammatoire.

L'érythropoïétine, dont l'abrégié est l'EPO, est connue comme facteur de croissance pour la production de globules rouges.

Une étude chinoise de 1994 montre que la phycocyanine peut stimuler l'activité de l'érythropoïétine.

L'appellation « EPO » aura une résonance particulière chez les sportifs, car la substance a été discréditée – à juste titre – en tant qu'agent dopant pour les athlètes d'endurance et les cyclistes notamment.

Avec la spiruline, cependant, le corps pourrait être « dopé » naturellement, sans risque pour la santé, dans une mesure modeste et d'une manière tout à fait naturelle.

Certains experts considèrent l'influence sur l'érythropoïétine comme une raison importante de l'effet d'amélioration de la performance que l'on peut observer après une utilisation régulière de spiruline.

Il faut dire que les résultats de ces expériences sur les animaux n'ont pas été directement étudiés sur l'Homme. Ainsi ce mécanisme d'action peut être actuellement considéré davantage comme une hypothèse forte que comme un fait.

Le rôle de la phycocyanine sur la santé

C'est une véritable perle thérapeutique : le plus puissant antioxydant et antiradicalaire que l'on puisse trouver (20 fois plus puissant que la vitamine C, 16 fois plus puissant que la vitamine E).

Ce pigment renforce les défenses naturelles. C'est le plus puissant stimulant naturel de défenses immunitaires connu.

Avec une fonction comparable à celle de l'EPO, elle favorise – de façon bien plus naturelle – l'oxygénation du sang et donc des organes et des muscles.

La phycocyanine impacte le recyclage des lactates (acide lactique) générés lors de la contraction musculaire. Ces derniers sont recyclés en ATP (en énergie), la capacité à gérer l'effort physique est prolongée.

Même à très faibles doses, elle agit contre le stress oxydatif et donc les effets du vieillissement.

Les pouvoirs insoupçonnés de la Phycocyanine

Elle favorise la production de cellules souches, la production de globules blancs et rouges, d'anticorps, ainsi que de plaquettes : l'immunité est alors renforcée.

Des études ont mis en valeur le fait que la phycocyanine avait une action bénéfique sur d'autres paramètres sanguins (agrégation des plaquettes...).

Il a été également montré qu'elle soigne la leucémie, et a une action protectrice contre les radiations.

Elle participe à la protection et détoxification du foie : elle encourage la synthèse des sels biliaires (qui améliorent la digestion des lipides).

La phycocyanine agit sur la plaque d'athérome (dont les complications sont responsables d'un tiers des décès en Europe) et régule le cholestérol.

Elle a aussi une action antitumorale (effets inhibiteurs de la croissance de cellules cancéreuses), anti-inflammatoire, anti-allergique (particulièrement l'asthme) ...

La phycocyanine réduit fatigue, insomnies... mais également les troubles de la concentration et de la mémoire.

Sommaire

Ce que vous devez retenir sur la phycocyanine	3
Introduction	9
Cellules souches	12
Système immunitaire	16
Phycocyanine et action anti-inflammatoire	22
Phycocyanine et leucémie	25
Phycocyanine et allergies	27
Phycocyanine et cancer.....	28
Phycocyanine contre le vieillissement	32
Maladies neuronales – Effet neuroprotecteur	34
Phycocyanine et foie.....	36
Phycocyanine et reins	38
Phycocyanine et cholestérol.....	40
Phycocyanine, tabagisme, alcoolisme et toxicomanie ...	41
Phycocyanine et diabète	42
Les autres impacts de la phycocyanine	44
Sous quelle forme prendre la phycocyanine ?	46
A quelle fréquence prendre la phycocyanine ?	46

Bibliographie et recherches.....	48
L'auteur.....	75

Introduction

La phycocyanine est un phyto-pigment présent dans la laminaire et la spiruline qui confère à cette dernière sa couleur bleutée.

Couramment utilisée dans l'industrie alimentaire en raison de sa couleur bleue, la phycocyanine est aujourd'hui étudiée pour ses propriétés fonctionnelles et thérapeutiques.

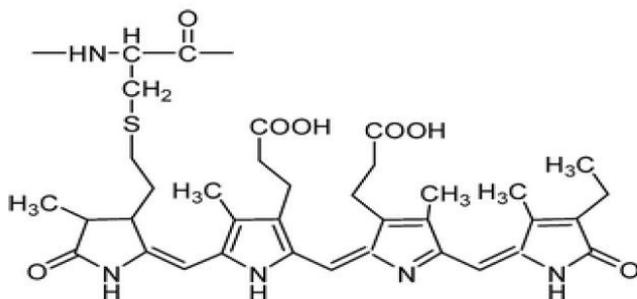
Les phycocyanines sont des phycobiliprotéines et sont classées en 3 groupes :

- C-PC issue des cyanobactéries (telles que la spiruline)
- R-PC issue des algues rouges
- R-PCII issue des *Synechococcus*.

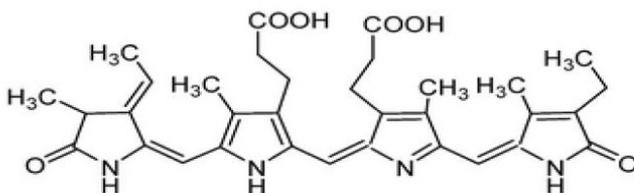
C'est le C-PC qui nous intéresse dans la suite de cet ouvrage.

La structure chimique de la phycocyanine se rapproche de celle de la bilirubine, puissant anti-oxydant. (cf. supra)

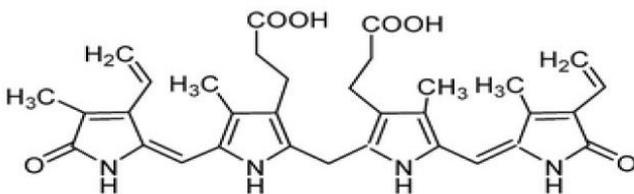
Figure 1 – Structure chimique de la phycocyanine



Phycocyanin



Phycocyanobilin



Bilirubin

Les pouvoirs insoupçonnés de la Phycocyanine

es effets de la phycocyanine sont bien plus puissants que la spiruline, pourtant connue comme étant un super aliment. Imaginez : elle est de 6000 à 7000 fois plus active que la spiruline et 20 fois plus puissante que la vitamine C.

Ses effets anti-inflammatoires, immuno-stimulants, anti-tumoral et antiradicalaires ne sont plus à démontrer, elles ont fait l'objet de nombreuses études et sont acquises. Cependant, de nombreux scientifiques du monde entier travaillent sur d'autres propriétés : détoxifiante et hépatorégulatrice, anti-oxydante, anti-allergique, anti-cancer.

Point important, les études ont révélé par ailleurs que la phycocyanine n'est pas toxique pour l'organisme.

La phycocyanine est donc prometteuse dans son utilisation thérapeutique et suscite de nombreux espoirs ; et gageons qu'elle e peut-être encore d'autres secrets à révéler.

Dans mon Guide des Thérapies remarquables, j'abordais déjà certaines propriétés de la phycocyanine.

Je vous propose cette fois de faire un point complet sur toutes les propriétés de cet or bleu, tout en gardant à l'esprit que, parmi les données dont il est fait état dans cet ouvrage, certaines n'ont pas fait l'objet d'études approfondies ou sont l'objet de cas isolés.

Cellules souches

Les cellules souches sont les cellules « mères » à partir desquelles se développent toutes les autres cellules sanguines (globules rouges, globules blancs -lymphocytes, granulocytes, macrophages- et les plaquettes). Chez l'homme, la moelle osseuse constitue l'usine qui produit les cellules souches.

Le schéma de la page suivante illustre la formation des cellules depuis la cellule souche.

Il existe différents facteurs favorisant les cellules souches :

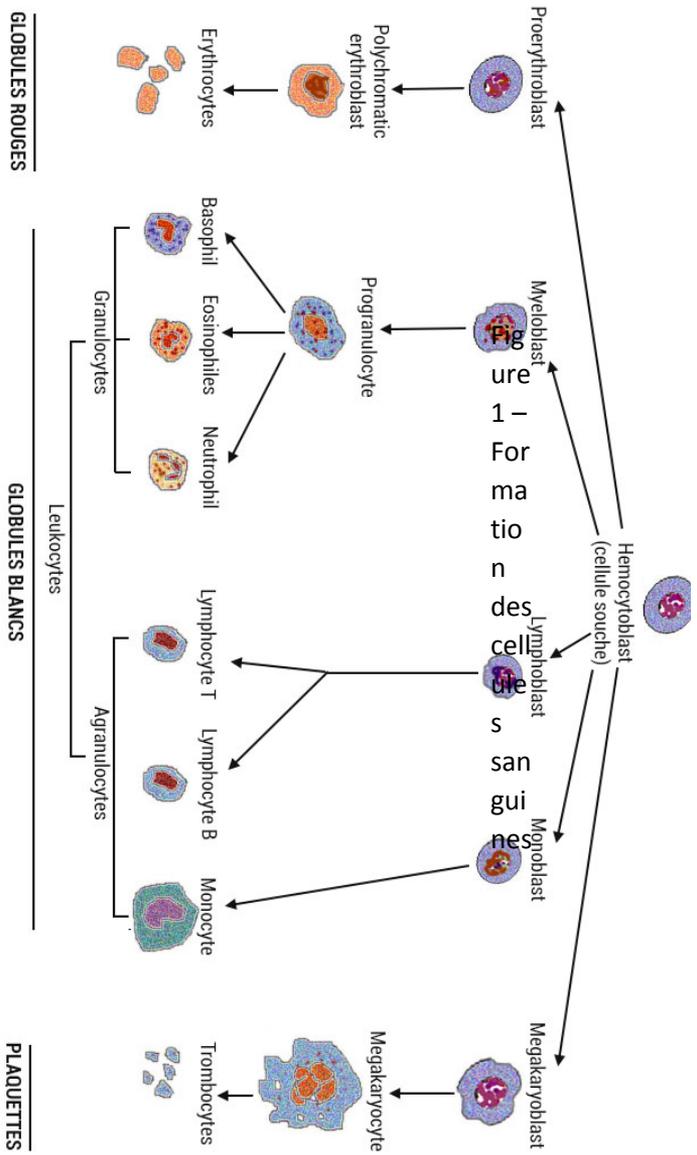
- L'érythropoïétine (EPO), hormone de nature glycoprotéique, qui entraîne une augmentation du nombre de globules rouges dans le sang. Elle est produite à 90% par les reins et à 10% par le foie ; le cerveau et l'utérus. En cas d'insuffisance rénale, l'EPO diminue entraînant une baisse des globules rouges.
- La thrombopoïétine (TPO), hormone qui stimule la formation de plaquettes sanguines et la prolifération de leurs précurseurs (les mégacaryocytes). Elle est synthétisée par le foie et les reins.

Les cytokines, substances solubles de signalisation cellulaire, agissant à distance sur d'autres cellules pour en réguler l'activité et la fonction. Elles sont impliquées dans la régulation des fonctions immunitaires, mais aussi dans l'hématopoïèse,

l'hémostase. Les plus connues sont les interleukines (IL), les interférons (IFN), les facteurs de croissance hématopoïétiques (CSF), les facteurs de nécrose des tumeurs (TNF).

-

Les pouvoirs insoupçonnés de la Phycocyanine



L'incidence de la phycocianine

Des recherches chinoises (Zhang Cheng Wu, 1994) ont montré que la phycocyanine facilite la différenciation et la multiplication des cellules souches dans la moelle osseuse en sécrétant de l'EPO. De fait, la production des globules blancs et des globules rouges est facilitée et augmentée.

Cette même étude a montré l'augmentation des CSF qui favorisent le développement des érythrocytes (globules rouges), des granulocytes et monocytes (globules blancs) et enfin des plaquettes. (cf. fig. 1, p. 6).

D'autres recherches ont montré que la phycocyanine et les polysaccharides provenant de la spiruline ont amélioré la reproduction de la moelle osseuse et de l'immunité cellulaire.

Système immunitaire

De nombreuses études ont mis en lumière le rôle prépondérant de la phycocyanine dans le renforcement du système immunitaire.

Globules blancs

Nous avons vu dans le chapitre précédent que les cellules souches produisent des globules blancs (les leucocytes). Reprenons la figure 1 et voyons que parmi les leucocytes il existe :

- Les lymphocytes
 - o Lymphocytes B
 - o Lymphocytes T
 - CD4
 - CD8
 - NK
 - o Monocytes (macrophages)
- Les neutrophiles
- Les basophiles
- Les éosinophiles

Chacun de ces globules a une fonction et une activité bien déterminées dans l'organisme. Les lymphocytes ont un rôle particulièrement important puisqu'ils permettent de neutraliser des agents pathogènes dans notre organisme.

La défense de notre organisme

Lorsque l'organisme est attaqué par un microbe ou un virus, l'organisme réagit en apportant une réponse innée et une réponse adaptative.

La première réponse, immédiate, de l'organisme face à une attaque immunitaire est apportée par les lymphocytes NK. Leur rôle est de détruire les cellules altérées telles que les cellules infectées et les cellules cancéreuses.

La réponse adaptative est apportée par les lymphocytes B et T. Les lymphocytes B produisent des anticorps, des protéines complexes ayant la capacité de reconnaître et de neutraliser de façon spécifique les agents pathogènes. Et les lymphocytes T qui reconnaissent et détruisent les agents pathogènes de façon spécifique.

La phycocyanine active également la production des lymphocytes B (spécialisés dans la production d'anticorps) et des lymphocytes T. Ces derniers migrant de la moelle osseuse vers le thymus. Ils y terminent leur maturation, ressortent sous forme de CD4 (ou T4), ou de CD8 (ou T8), capables de tuer directement les microbes.

Enfin les NK, aussi appelés cellules tueuses naturelles ou lymphocytes nuls, sont des cellules de l'immunité innée. Elles détruisent les cellules infectées par des virus.

Les neutrophiles et les macrophages sont attirés vers le lieu de contamination par les toxines libérées par le microbe mais aussi par les CSF (cf. supra). S'ensuit le phagocytage, c'est-à-dire l'ingestion des bactéries par les neutrophiles et macrophages, pour rejeter les matières mortes.

Or, on a vu que là aussi, la phycocyanine stimule l'activité des CSF.

La phycocyanine augmente l'activité des différents globules blancs. De fait, elle participe également au renforcement du système immunitaire.

Les immunoglobulines (anticorps)

Les immunoglobulines (Ig), dont font partie les anticorps, sont des protéines jouant un rôle essentiel dans la défense de l'organisme contre les agressions. Elles sont présentes notamment dans le sang. On distingue plusieurs types d'Ig :

- Les IgG sont les plus abondantes (75 à 80 % des anticorps circulants). Fabriquées lors d'un contact avec un antigène (corps étranger pour l'organisme), elles protègent l'organisme contre les bactéries, les virus, et les toxines qui circulent dans le sang et la lymphe. Elles participent aussi à la réponse mémoire (c'est-à-dire à la réponse de l'organisme à un second contact avec des antigènes). Les IgG sont les seules Ig à traverser le

placenta et, de ce fait, entraînent une immunité passive chez le fœtus.

- Les IgA, que l'on trouve essentiellement dans les sécrétions comme la salive, le suc intestinal, la sueur et le lait maternel, ont pour rôle essentiel d'empêcher les agents pathogènes de se lier à la cellule et plus spécifiquement aux cellules de recouvrement constituant les muqueuses et l'épiderme (couche superficielle de la peau).
- Les IgM sont sécrétées lors du premier contact de l'organisme avec un antigène. C'est la première classe d'immunoglobulines libérée par une variété de globules blancs : les plasmocytes. La présence d'IgM dans le sang indique une infection en cours.
- Les IgD jouent un rôle de récepteurs des antigènes. Elles interviendraient dans la maturation des lymphocytes, c'est-à-dire dans le mécanisme permettant à ces globules blancs de devenir efficaces.
- Les IgE, plus volumineuses que les immunoglobulines G, sont sécrétées par une variété de globules blancs, les plasmocytes, dans la peau, les voies digestives, les amygdales et les voies respiratoires. Dès la capture d'un antigène, l'IgE déclenche la libération de produit participant à la réaction inflammatoire, et d'histamine entrant dans la réaction allergique. Les concentrations d'immunoglobulines augmentent en cas d'allergie grave, et en présence de parasites (parasitose) dans le tube digestif.

Quel est le rôle de la phycocyanine sur les immunoglobines ?

Une expérience a été menée sur des souris ayant développé des IgC, IgA et IgE après avoir été exposées à des antigènes. Au bout de 6 semaines il a été constaté une nette augmentation des IgA, impliquant un renforcement du système immunitaire muqueux. Au bout de 8 semaines, il a été constaté une disparition des IgE (donc diminution voire suppression d'une inflammation allergique) et IgG.

La phycocyanine aurait donc bien un effet positif sur le système immunitaire.

Les virus

Un virus est un agent infectieux qui utilise la cellule et son métabolisme pour se reproduire.

La grippe, le rhume, la varicelle, la mononucléose sont des exemples courants de maladies virales. Il en existe d'autres qui sont beaucoup plus dangereuses comme le SIDA, la variole, la fièvre hémorragique, etc...

Dans tous les cas, le système immunitaire se met en action (production donc d'anticorps) et envoie les premiers symptômes (fièvre, maux de tête, fatigue). Rappelons que lors d'une seconde attaque, le système immunitaire a gardé en mémoire la structure du virus et est prêt à envoyer ses anticorps spécifiques.

Les pouvoirs insoupçonnés de la Phycocyanine

Si le virus est très virulent, le système immunitaire peut vite être débordé. Et puisqu'il s'introduit dans la cellule, il est difficile d'éradiquer le virus sans tuer la cellule.

Des études ont montré que la phycocyanine, associée à d'autres éléments de la spiruline, a la capacité à inhiber certains virus comme la grippe, les oreillons, la rougeole, l'herpès simplex, ou le cytomégalovirus

En 1996, la faculté de médecine de l'université Harvard à Boston et le Dana Farl Cancer Institute ont démontré que la phycocyanine et les éléments associés de la spiruline permettait d'inhiber la réplication du VIH (virus du Sida) dans les leucocytes T et les cellules sanguines mononucléaires périphériques. Et ce avec une concentration de 5 à 10 µg/ml/ A dose plus élevée, elle aurait stoppé la réplication.

Phycocyanine et action anti-inflammatoire

A partir de la fin des années 1990, une série d'études a commencé à être publiée décrivant les propriétés anti-inflammatoires de la phycocyanine.

Dans une étude de 2003, ^[3] Romay décrit le mécanisme d'action comme étant une inhibition de la cyclooxygénase-2 (COX-2). COX-2 est une enzyme fortement impliquée dans le processus inflammatoire et les inhibiteurs de COX-2 sont bien connus pour leurs propriétés anti-inflammatoires, spécialement dans le traitement de l'arthrite.

La comparaison des propriétés inhibitrices de la phycocyanine sur la COX-2 avec celles de drogues connues, telles rofecoxib (Vioxx™) et celecoxib (Celebrex™), est intéressante. Alors que les coxibs présentent une courbe dose-réponse classique, avec portion linéaire et inhibition totale à forte dose, la phycocyanine présente une relation dose-réponse complètement différente.

A faible dose la phycocyanine est plus efficace alors qu'à plus fortes doses l'inhibition de la COX-2 n'augmente que faiblement. Cette différence est d'une grande importance.

Bien que le processus inflammatoire soit de plus en plus lié à toute une série de problèmes de santé, allant des

problèmes proprement inflammatoires à la sénilité, en passant par les problèmes cardiovasculaires, il est important de garder à l'esprit qu'un processus inflammatoire sain est essentiel pour une bonne santé et l'équilibre du corps.

Il fut récemment conclut, après de nombreuses observations cliniques et une étude en bonne et due forme, que l'utilisation des coxibs comportait des risques élevés pour la santé (œdème, problèmes cardiovasculaires, arrêt cardiaque), en dépit de leur grande efficacité pour traiter l'inflammation.

En offrant un pouvoir anti-inflammatoire trop important, les coxibs engendrent des effets secondaires dangereux. Par contre, comme la phycocyanine ne permet pas une inhibition totale de la COX-2, ces effets secondaires ne furent jamais rapportés avec l'utilisation de la phycocyanine après plus de 20 ans de présence sur le marché. La phycocyanine se présente donc comme un traitement naturel efficace pour diverses affections liées à l'inflammation.

Il est intéressant de noter aussi que la phycocyanine semble aussi bloquer l'activité de la lipoxigénase. En effet, des études ont démontré que la phycocyanine prévenait la formation de deux composés inflammatoires importants, la leukotriène B4 (LTB4) et la prostaglandine E2 (PGE2). Le LTB4 est un composé inflammatoire impliqué dans la genèse de l'asthme.

Les pouvoirs insoupçonnés de la Phycocyanine

Plusieurs membres de la nouvelle génération d'inhalateurs anti-asthmatiques sont des bloqueurs de la LTB₄. Ceci explique sans doute l'effet bénéfique rapporté chez un bon nombre d'enfants souffrant d'asthme.

Phycocyanine et leucémie

Les cellules souches de la moelle osseuse produisent quotidiennement des milliards de globules rouges, de globules blancs et de plaquettes.

Dans le cadre d'une leucémie, il y a une prolifération anormale et excessive de précurseurs des globules blancs, bloqués à un stade de différenciation, qui finit par envahir complètement la moelle osseuse puis le sang. Cela va engendrer une production insuffisante de globules rouges, de globules blancs normaux et de plaquettes. L'organisme est alors fragilisé et sans défense immunitaire. Il peut donc être touché par des infections et/ou des virus qui peuvent lui être fatales.

Actuellement, la chimiothérapie permet de normaliser le nombre de globules blancs, sans empêcher toutefois l'évolution de la maladie ; et il est fait souvent appel à des greffes de moelle osseuse.

Du fait de son action dans la production de cellules souches, la phycocyanine permettrait de normaliser le nombre de globules blancs.

Dans un étude publiée en 2000 ^[14], une équipe de chercheurs de l'université de Nanjing a travaillé sur la croissance des cellules K562 humaines atteintes de leucémie myéloïde chronique. Les résultats indiquent une diminution significative (49%) de la prolifération des cellules K562 traitées avec 50 μ M C-PC jusqu'à 48 h.

Les pouvoirs insoupçonnés de la Phycocyanine

La phycocyanine représente donc un véritable espoir dans le traitement de la leucémie.

Phycocyanine et allergies

Une allergie, ou affection allergique, est une réaction d'hypersensibilité du corps contre une substance étrangère bénigne, un allergène. Lorsque des personnes sensibles entrent en contact avec ces allergènes par ingestion ou par inhalation, leur organisme développe une réaction de défense inappropriée qu'on appelle allergie.

Les divers symptômes allergiques sont provoqués par cette réaction à la substance étrangère. Ces symptômes sont souvent pénibles et inconfortables à vivre au quotidien.

Parmi les allergies les plus courantes, on notera l'asthme, les allergies alimentaires, les allergies médicamenteuses, les allergies aux animaux, les allergies aux pollens, les allergies au latex, les dermatites de contact, la rhinite allergique, l'allergie aux moisissures.

En 2011, une étude a évalué le potentiel thérapeutique de la R-phycocyanine (R-PC) contre l'inflammation des voies respiratoires. Les données ont démontré que la R-PC « peut potentiellement permettre de réguler les réponses immunitaires et d'appliquer la réduction de l'asthme allergique ». ^[1]

Antihistaminique, la phycocyanine permettrait également de réduire les symptômes de nez bouché, et de démangeaisons oculaires ou cutanées.

Phycocyanine et cancer

Un cancer est une pathologie caractérisée par la présence d'une (ou de plusieurs) tumeur formée à partir de la transformation, par mutations ou instabilité génétique, d'une cellule initialement normale. Cette tumeur est cancéreuse lorsque ses cellules ont la capacité de se propager vers d'autres tissus, en passant dans le sang ou les vaisseaux lymphatiques, pour former de nouvelles tumeurs appelées métastases.

On différencie :

- Les carcinomes : cancer d'un épithélium, c'est-à-dire une surface composée uniquement de cellules ;
- Les sarcomes : cancers proliférant dans des tissus conjonctifs comme les os ;
- Les cancers hématopoïétiques ou leucémies : cancer des cellules sanguines.

De plus en plus d'études^[15 à 23] ont démontré que la phycocyanine a un effet anticancéreux, qui peut bloquer la prolifération des cellules cancéreuses et les tuer. La phycocyanine exerce une activité anticancéreuse en bloquant le cycle des cellules tumorales, induisant l'apoptose et l'autophagie des cellules tumorales, de sorte que la phycocyanine peut servir d'agent anti-cancer prometteur. Elle est une toxine pour les cellules

cancéreuse alors qu'elle est parfaitement non toxique pour les cellules normales.

La phycocyanine représente une nouvelle stratégie pour améliorer l'efficacité de traitements anticancéreux.

Les effets de la phycocyanine sur le cancer

Une récente étude publiée en 2017 dans le Journal du cancer fait un bilan très complet des effets de la phycocyanine sur le cancer. ¹

Les médicaments anticancéreux agissent sur l'inhibition de la prolifération des cellules tumorales, l'apoptose (mort programmée) des cellules cancéreuses, l'inhibition des métastases, etc.

La plupart de ces médicaments sont des dérivés de composés naturels. Parmi eux, la phycocyanine joue un rôle anti-prolifération et pro-apoptotique, alors qu'elle n'a aucun effet toxique pour les cellules saines.

De nombreux chercheurs, parmi lesquels ont citera Gaoyong Liao, Jun Ying et Chunyan Wang, ont découvert et prouvé que la phycocyanine bloquait la prolifération de cellules cancéreuses tout en favorisant l'apoptose.

¹ Jiang L, Wang Y, Yin Q, Liu G, Liu H, Huang Y, Li B. Phycocyanin: A Potential Drug for Cancer Treatment. *J Cancer* 2017; 8(17):3416-3429. doi:10.7150/jca.21058. Available from <http://www.jcancer.org/v08p3416.htm>

La phycocyanine est efficace sur différents types de cancer comme le cancer du sein, le cancer du foie, le cancer du poumon, le cancer du côlon, la leucémie, ou encore le cancer de la moelle osseuse. Ces études ont été faites in vitro et in vivo et il est important de noter que la phycocyanine, à forte dose, n'a pas engendré de symptômes toxiques importants ni de mortalité.

Usage combiné de la phycocyanine avec des médicaments ou des radiations

Des études ont pu observer l'effet bénéfique de la phycocyanine avec des médicaments de chimiothérapie : la dose de ceux-ci a pu être diminuée, ce qui permet d'éviter les effets secondaires. En 2012, 3 chercheurs ont rapporté les résultats positifs d'un cancer de la prostate traité avec du Topotécan et de la phycocyanine. Des résultats tout aussi positifs ont été rapportés dans la combinaison avec du Piroxicam (cancer du côlon), ou avec un traitement laser.

En conclusion

La phycocyanine pourrait donc être un médicament prometteur ou un médicament complémentaire à un médicament anticancéreux et la radiothérapie. Cela permettrait de réduire la dose des médicaments anticancéreux et donc leurs effets secondaires.

Les pouvoirs insoupçonnés de la Phycocyanine

Cependant, la phycocyanine n'est pas encore utilisée comme médicament anticancéreux pour des applications cliniques. Des études doivent encore être menées. Mais l'avenir en ce domaine est prometteur.

Phycocyanine, radicaux libres et lutte contre le vieillissement

Chaque cellule consomme de l'oxygène pour produire de l'énergie. Cette consommation génère des radicaux libres, qui sont des molécules instables et très réactives avec les molécules environnantes. Ils tentent de céder ou de gagner un électron et transmettent leurs propriétés à une autre molécule, d'où des réactions en chaîne.

Les radicaux libres se forment au cours de différents processus biologiques : la respiration, le stress, une inflammation, ...

Les radicaux libres sont associés au stress oxydatif et au vieillissement. A ce jour plus de 100 troubles et maladies liés à l'âge ont été attribuées aux radicaux libres : rides de la peau, cataracte, emphysème, cancer, infarctus, ...

On notera que d'autres facteurs extérieurs à l'organisme contribuent à la formation des radicaux libres : la radiation, le tabac, les polluants, l'alcool.

Il existe ce qu'on appelle des piègeurs de radicaux libres (ou antioxydants). Comme les radicaux libres jouent aussi un rôle physiologique, le corps dispose de radicaux libres endogènes. Les antioxydants endogènes sont par exemple le glutathion (un tripeptide important), le co-enzyme Q (l'ubiquinone) ou l'acide alpha-lipoïque (disulfure cyclique).

Les pouvoirs insoupçonnés de la Phycocyanine

En cas de besoins accrus, on peut aussi apporter à l'organisme des antioxydants sous forme de compléments alimentaires : vitamines E et C et bêta-carotène notamment.

La phycocyanine est étudiée pour ses propriétés antioxydantes face aux radicaux libres.

Dès 1998, Romay les met en évidence et prouve qu'elles sont comparables à celles de piègeurs spécifiques des radicaux libres.

De par son champ d'action très large, la phycocyanine permet de lutter de manière plus efficace contre l'oxydation. Rappelons que la phycocyanine possède une architecture proche de la bilirubine, ce puissant antioxydant produit dans les cellules de la rate, issu de la dégradation de l'hémoglobine.

Maladies neuronales – Effet neuroprotecteur

Il existe beaucoup de pathologies touchant les cellules nerveuses, et sont souvent associées au vieillissement. Parmi ces maladies, les plus fréquentes sont la maladie d'Alzheimer, la maladie de Parkinson, les sclérose en plaque ou encore la maladie de Huntington.

Même si ces maladies restent incurables, les malades bénéficient aujourd'hui de nouveaux traitements qui permettent d'améliorer leur qualité de vie.

Une étude ^[33] a souligné le rôle neuroprotecteur de la C-phycocyanine, et suggéré qu'elle pourrait être utilisée pour traiter les lésions neuronales.

«Le rôle neuroprotecteur de la C-phycocyanine a été examiné dans des cerveaux de rats atteints d'acide kainate. L'effet de trois traitements différents avec de la C-phycocyanine a été étudié. L'incidence des changements neurocomportementaux était significativement plus faible chez les animaux recevant de la C-phycocyanine. Ces animaux ont également pris beaucoup plus de poids que les animaux recevant uniquement de l'acide kainique, alors que leur gain de poids ne différait pas significativement de celui des témoins. Des résultats équivalents ont été obtenus lorsque les dommages neuronaux dans l'hippocampe ont été évalués par des changements dans les récepteurs

périphériques des benzodiazépines (marqueur microglial) et dans l'expression de la protéine de choc thermique 27 kD (marqueur astroglial). Ces résultats concordent avec les propriétés de piégeage des radicaux oxygène de la C-phycocyanine décrites ailleurs ».

D'autres études portent sur l'activité oxydante globale de la phycocyanine. Une synthèse des travaux de publication a été faite en 2016. Il ressort de ces travaux que C-PC est un agent protecteur potentiel, qui peut être utilisée pour traiter des lésions neuronales causées par le stress oxydatif dans certaines maladies neurodégénératives comme l'AVC ischémique, la maladie d'Alzheimer, ou encore la maladie de Parkinson.

[33 à 38]

Phycocyanine et foie

Le foie est l'un des principaux organes du corps humain et remplit plus de 300 fonctions vitales. Il aide aussi au métabolisme et est hautement vascularisé. C'est un organe vital sans lequel on ne peut pas vivre.

- Il a une fonction nutritionnelle en jouant un rôle dans le métabolisme des glucides et des lipides. Il emmagasine les vitamines A, B12, D, K et E, les glycogènes, et aussi le fer et le cuivre.
- Il synthétise une grande partie des protéines circulantes du sang, mais aussi la bile, par capture et synthèse des acides biliaires à partir du cholestérol. Durant le développement du fœtus, c'est le foie qui produit les globules blancs et rouges.
- Il a une fonction sanguine en détruisant les hématies et leucocytes vieillissants, ainsi que de certaines bactéries présentes dans le sang. Il transforme la bilirubine libre (toxique) en bilirubine conjuguée (non toxique).
- Il a une fonction endocrine en activant la vitamine D
- Il a une fonction antitoxique en éliminant les toxines et les médicaments.

Il existe plusieurs types de cellules dans le foie, parmi lesquelles on citera les hépatocytes qui filtrent les substances qui arrivent au foie, et les cellules de Kupffer

Les pouvoirs insoupçonnés de la Phycocyanine

qui ont un rôle immunitaire ; ces dernières phagocytent les microbes ou d'autres déchets organiques afin d'épurer le foie. Les cellules de Kupffer proviennent des monocytes, qui sont des phagocytes sanguins, eux-mêmes dérivés de la moelle osseuse.

La phycocyanine est détoxifiante et hépatoprotectrice. Elle diminue l'hépatotoxicité causée par des produits chimiques, comme les médicaments, les chimiothérapies, mais aussi les métaux lourds, source de toxicité pour l'organisme.

Enfin, comme elle est capable de se lier aux acides biliaires (c'est une biliprotéine au même titre que la bilirubine), elle permet l'excrétion fécale du cholestérol et des acides biliaires.

Phycocyanine et reins

Les reins font partie de l'appareil urinaire et ont plusieurs fonctions :

- L'élaboration de l'urine à partir de la filtration du sang, permettant ainsi l'élimination de certains déchets : urée, acide urique ou créatinine et résidus de médicaments par exemple. Cette filtration permet en même temps de contrôler la teneur en eau et en ions (sodium, potassium, calcium...) du sang et de la maintenir à l'équilibre.
- La sécrétion de rénine, une enzyme qui participe à régulation de la pression artérielle.
- La sécrétion d'érythropoïétine (EPO), une hormone qui stimule la formation des globules rouges au niveau de la moelle osseuse.
- La transformation de la vitamine D en sa forme active.

Une maladie rénale, comme la pyélonéphrite, le calcul rénal, ou l'insuffisance rénale, peut empêcher les reins de jouer leur rôle. Les maladies rénales chroniques entraînent une diminution du fonctionnement des reins qui ne filtrent plus correctement le sang de l'organisme

Des études ^[25 à 27] ont été entreprises pour mettre en évidence l'effet néphroprotecteur de la phycocyanine. Ainsi une étude a analysé la toxicité rénale générée par la cisplatine, un anti-cancéreux néphrotoxique. L'auteur a

constaté que la phycocyanine a inhibé la toxicité rénale et le stress oxydatif induit par la cisplatine.

Une autre étude a porté sur l'induction d'un stress oxydatif par l'acide oxalique sur des cellules rénales canines. La CPC a permis la prévention de dommages cellulaires par la diminution des ROS et la peroxydation lipidique des cellules.

Phycocyanine et cholestérol

Le cholestérol est un type de lipide qui joue un rôle particulièrement important dans de nombreux processus biochimiques. Il est contenu dans toutes les cellules du corps humain.

Les deux formes les plus courantes sont le LDL, aussi appelé « mauvais cholestérol » et le HDL, connu sous le nom de « bon cholestérol ».

Le cholestérol et d'autres substances grasses s'associent dans la circulation sanguine et sont déposés dans les vaisseaux sanguins pour former une substance dénommée plaque d'athérome. Toutefois, un excès de LDL entre autres, peut entraîner une hyperlipidémie, facteur de risque non négligeable dans le développement de l'athérosclérose et/ou d'une maladie cardiaque.

Une étude publiée en 2013^[31] révèle que la phycocyanine permet une réduction du LDL ainsi qu'une diminution du cholestérol sérique, du cholestérol total et des triglycérides. Or, une réduction du cholestérol total, des triglycérides et du LDL diminue l'incidence d'apparition des plaques d'athérome c'est-à-dire du dépôt de déchets sur la paroi interne d'une artère.

Phycocyanine, tabagisme, alcoolisme et toxicomanie

Il n'est pas nécessaire de dire que ces 3 addictions sont néfastes pour la santé, même si certaines thèses ont démontré l'effet positif du tabac dans la production de dopamine.

Je l'indiquais déjà dans mon *Best Of des thérapies remarquables*, des expérimentations effectuées avec un extrait de phycocyanine pure et des substances psychotropes ont permis d'observer une synergie... stupéfiante!

La prise orale de phycocyanine à haute dose semble moduler l'effet psychotrope de drogues comme les amphétamines, le MDMA, la cocaïne, l'alcool ou le tétrahydrocannabinol (THC).

Ces données permettent de penser que la phycocyanine a la faculté de réduire l'agitation incontrôlée de l'activité cérébrale.

Associée aux nombreux autres facteurs, elle constituerait ainsi une sorte de régulateur émotionnel.

Phycocyanine et diabète

Le diabète se caractérise par une hyperglycémie chronique, c'est-à-dire un excès de sucre dans le sang et donc un taux de glucose (glycémie) trop élevé.

Il se caractérise par :

- une émission d'urine excessive (polyurie)
- une soif intense (polydipsie)
- un appétit anormalement augmenté (polyphagie).
- Une grande fatigue (polyasthénie)

Il existe plusieurs types de diabète : de type 1, de type 2, gestationnel. Le diabète de type 2 est le plus fréquent, il touche 90% des cas de diabète, et c'est celui auquel nous allons nous intéresser. Il touche les adultes de plus de 40 ans présentant le plus souvent un excès de poids.

Au début de la maladie, la production d'insuline par le pancréas est normale, voire excessive. Mais, les cellules de l'organisme chargées de capter et d'utiliser le glucose deviennent insensibles à l'insuline, d'où une augmentation de la glycémie. Le diabète de type 2 est le plus souvent non-insulinodépendant.

Le diabète de type 2 s'associe souvent à d'autres facteurs de risque cardiovasculaire, comme l'hypertension artérielle par exemple.

Une étude de 2012 portant sur des souris soumises à une intoxication alloxanique a permis de conclure que la

phycocyanine avait un effet préventif important. L'auteur a conclu que *« les résultats encourageants constituent la première étape de l'étude du potentiel de la phycocyanine comme mesure clinique dans la prévention du diabète »*.^[32]

Les autres impacts de la phycocyanine

Différents tests sur les effets de la phycocyanine ont été menés par le laboratoire Jade Recherche, qui a par ailleurs mis au point un extrait liquide de la phycocyanine.

Même si ces tests doivent être approfondis et corroborés par la communauté scientifique, il est intéressant de relever que la phycocyanine semble avoir des effets sur les organes suivants :

La Thyroïde

La phycocyanine jouerait un rôle dans la régulation et favoriserait la synthèse des hormones de la thyroïde.

Moelle épinière

La moelle épinière est le prolongement du cerveau de la boîte crânienne, à partir du bulbe rachidien et ce tout le long de la dans laquelle elle est contenue. Son rôle est de distribuer les nerfs entre le cerveau et les différentes parties du corps.

Elle est également impliquée dans les réflexes ou des réactions automatiques, directement sans passage de l'information nerveuse au cerveau.

On comprend donc qu'une lésion ou une section de la moelle épinière a un impact considérable.

Les pouvoirs insoupçonnés de la Phycocyanine

Des études ont été menées en laboratoire sur des souris dont la moelle épinière avait été sectionnée. Ces études sont prometteuses puisqu'elles ont démontré qu'en administrant aussi à ces souris de la phycocyanine, la moelle se reconstituait.

Bien sûr il ne s'agit que d'essais réalisés en laboratoire, qui doivent être poursuivis et généralisés à l'homme. Cependant, de par son action sur les cellules souches et son action anti-inflammatoire, on peut espérer beaucoup de l'effet de la phycocyanine sur la reconstitution de la moelle épinière.

Sous quelle forme prendre la phycocyanine ?

La matière première de base pour extraire de la phycocyanine est la spiruline fraîche, et non en poudre ; en effet, le processus de séchage détruit une partie des principes actifs de la spiruline.

On consommera donc la phycocyanine par voie orale sous forme d'extrait liquide, forme la plus assimilable par l'organisme.

Comme tout autre nutriment, elle sera absorbée et traitée par l'intestin, pour être ensuite transportée par le sang via les vaisseaux sanguins de la paroi intestinale. Ils vont transporter la phycocyanine vers le foie qui va les distribuer aux différents organes et leur apporter ce dont ils ont besoin.

A quelle fréquence prendre la phycocyanine ?

J'ai envie de dire que cela dépend de vos besoins. Bien qu'elle puisse être prise toute l'année, une cure à l'entrée de l'hiver sera parfaite pour renforcer les défenses immunitaires.

Les pouvoirs insoupçonnés de la Phycocyanine

En cas d'inflammation chronique, la phycocyanine pourra être prise en traitement de fond.

Dans le cadre d'une préparation d'une compétition ou d'un entraînement intensif, la phycocyanine permettra d'améliorer les performances du sportif. Dans ce cas, une cure de 15 jours à 3 semaines avant la date de la compétition est préconisée.

Les contre-indications

A priori, il n'y en a pas. Aucune étude n'a démontré d'effets négatifs ou nocifs sur l'organisme.

Il convient juste de choisir un produit de haute qualité.

Bibliographie et recherches

Les références bibliographiques et les résultats d'études ci-après n'ont pas vocation à être exhaustives. Nous citons les premières et / ou principales études qui visent à démontrer les propriétés de la phycocyanine.

Système immunitaire

- [1] A novel phycobiliprotein alleviates allergic airway inflammation by modulating immune responses.

Chang CJ, Yang YH, Liang YC, Chiu CJ, Chu KH, Chou HN, Chiang BL. - Graduate Institute of Clinical Medicine, National Taiwan University, Taipei, Taiwan - 2011

www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20709826

Le but de cette étude était d'évaluer le potentiel thérapeutique de la R-phycocyanine (R-PC) contre l'inflammation allergique des voies respiratoires. Les auteurs de cette étude concluent que le R-PC favorise l'activation et la maturation des cellules dendritiques cultivées et fausse la fonction immunologique vers l'activité Th1. Par conséquent, le R-PC peut avoir un potentiel de régulation des réponses immunitaires et d'application dans la réduction de l'asthme allergique.

Propriétés anti-inflammatoires

- [2] C-phycocyanin: a biliprotein with antioxidant, anti-inflammatory and neuroprotective effects.

Romay Ch, González R, Ledón N, Ramirez D, Rimbau V. - Departamento de Farmacología, Centro Nacional de Investigaciones Científicas, Habana, Cuba. - 2003

www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12769719

[3] Antioxydant and anti-inflammatory properties of C-phycoerythrin from blue-green algae.

Romay C, Armesto J, Ramirez D, González R, Ledon N, García I. - Pharmacology Department, National Center for Scientific Research, CNIC, Havana, Cuba - 1998

www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9495584

Cette étude conclue que les effets anti-inflammatoires de la phycocyanine peuvent être dus à ses propriétés de piégeage des espèces réactives à l'oxygène (ROS) et à ses effets inhibiteurs sur l'activité de la cyclooxygénase 2 (COX-2) et la libération de H_1 des mastocytes. La phycocyanine a également réduit les taux de facteur de nécrose tumorale (TNF- α) dans le sérum sanguin des souris traitées à l'endotoxine et elle a montré des effets neuroprotecteurs dans des cultures de cellules cérébelleuses en granules de rat et dans des lésions cérébrales induites par le kaïnate chez le rat.

[4] Anti-Inflammatory Activity Of Phycocyanin Extract In Acetic Acid-Induced Colitis In Rats

Ricardo González, Andra Rodríguez, Cheyla Romay, Addys González, Julio Armesto, Diadelis Ramirez, Nelson Merino - 1998 - Pharmacology Department, National Center for Scientific Research, Havana, Cuba - 1998

www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1043661898904091

Le rôle probable de l'antioxydant et les propriétés de piégeage de la phycocyanine contre les espèces réactives de l'oxygène dans l'effet anticolitique sont discutés dans cette étude. Il s'agirait du premier rapport sur l'effet anti-inflammatoire de la phycocyanine dans un modèle expérimental de colite.

[5] Effects of Phycocyanin Extract on Prostaglandin E2 Levels in Mouse Ear Inflammation Test

Cheyla Romay - Departamento de Farmacología, Centra Nacional de Investigaciones Científicas, CNIC, Habana, Cuba - 2000

www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0031-1300340

Les résultats de cette étude fournissent les premières preuves que les effets anti-inflammatoires de la phycocyanine peuvent résulter, au moins partiellement, de l'inhibition de la production de PGE2 (prostaglandine E2) et d'une inhibition modérée de l'activité du PLA2 (phospholipase A2).

[6] Further studies on anti-inflammatory activity of phycocyanin in some animal models of inflammation

Cheyla Romay - Departamento de Farmacología, Centra Nacional de Investigaciones Científicas, CNIC, Habana, Cuba - 1998

www.researchgate.net/publication/13530864

Cette étude relate une expérience effectuée in vivo et in vitro sur 4 types d'inflammation provoquées chez des rats et des souris. Les auteurs concluent que la phycocyanine présente une activité anti-inflammatoire dans les quatre modèles expérimentaux d'inflammation. Ses propriétés antioxydantes et d'élimination des radicaux libres de l'oxygène peuvent contribuer, au moins en partie, à son activité anti-inflammatoire.

Propriétés antioxydantes

[7] Antioxidant and anti-inflammatory properties of C-phycocyanin from blue-green algae.

Romay C, Armesto J, Ramirez D, González R, Ledon N, García I. - Pharmacology Department, National Center for Scientific Research, CNIC, Havana, Cuba. - 1998

www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9495584

Selon les auteurs, cette étude est le premier rapport sur les propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires de la c-phycocyanine.

[8] Kinetics of phycocyanine bilin groups destruction by peroxy radicals.

Lissi EA, Pizarro M, Aspee A, Romay C. - Department of Chemistry, Faculty of Chemistry and Biology, Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile. - 2000

www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10832066

L'analyse de ces travaux a permis de conclure que les concentrations micromolaires de c-phycocyanine sont capables de réduire de moitié la concentration à l'état d'équilibre des radicaux peroxy, ce qui indique une activité antioxydante élevée pour ce composé. Cette conclusion est confirmée par la mesure de la capacité de la protéine à protéger le 1-naphtol contre la modification par les radicaux peroxy. Les résultats obtenus montrent que les groupes biline ont, sur une base molaire, une activité antioxydante similaire à celle des antioxydants puissants comme la catéchine.

[9] C-phycocyanin ameliorates doxorubicin-induced oxidative stress and apoptosis in adult rat cardiomyocytes.

Khan M, Varadharaj S, Shobha JC, Naidu MU, Parinandi NL, Kutala VK, Kuppasamy P. - Center for Biomedical EPR Spectroscopy and Imaging, Davis Heart and Lung Research Institute, Department of Internal Medicine, The Ohio State University, Columbus, USA. - 2006

www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16424780

Le but de la présente étude était d'établir le rôle protecteur possible de la C-phycocyanine, un des ingrédients actifs de la Spiruline, contre le stress oxydatif induit par la doxorubicine et l'apoptose. [...] En résumé, la doxorubicine C-phycocyanine a amélioré le stress oxydatif induit par la doxorubicine et l'apoptose des cardiomyocytes. Cette étude confirme le rôle crucial de la nature antioxydante de la C-phycocyanine dans sa cardioprotection contre le stress oxydatif induit par la doxorubicine et l'apoptose.

- [10] Scavenging of peroxynitrite by phycocyanin and phycocyanobilin from *Spirulina platensis*: protection against oxidative damage to DNA.

Bhat VB, Madyastha KM - *Chemical Biology Unit, Jawaharlal Nehru Centre for Advanced Scientific Research, Bangalore, India - 2001*
www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11444835?dopt=Abstract

Sang

- [11] Phycocyanin, a Very Potent and Novel Platelet Aggregation Inhibitor from *Spirulina platensis*

George Hsiao, Po-Hsiu Chou, Ming-Yi Shen, Duen-Suey Chou, Chien-Huang Lin, and Joen-Rong Sheu - *Graduate Institute of Pharmacology, and Graduate Institute of Medical Sciences, Taipei Medical University, Taipei 110, Taiwan - J. Agric. Food Chem., 2005, 53 (20), pp 7734-7740*
<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf051352y?journalCode=jafcau>

[...]La présente étude porte sur un nouvel agent antiplaquettaire très puissant (en concentrations nanomolaires), le C-PC (C-Phycocyanine), qui intervient dans les voies inhibitrices suivantes: (1) La C-phycocyanine augmente la phosphorylation cyclique GMP/VASP Ser157 et inhibe ensuite l'activité de la protéine kinase C, entraînant une inhibition de la phosphorylation P47 et de la mobilisation intracellulaire de Ca²⁺, et (2) la C-PC peut inhiber les radicaux libres (comme les radicaux hydroxy) libérés des plaquettes activées, qui inhibent finalement l'agrégation plaquettaire. Ces résultats indiquent clairement que le C-PC semble représenter un nouvel agent antiplaquettaire potentiel pour le traitement de la thromboembolie artérielle.

[12] Mechanisms involved in the antiplatelet effect of C-phycocyanin.

Chiu HF, Yang SP, Kuo YL, Lai YS, Chou TC. - Department of Pharmacology, College of Medicine, Kaohsiung Medical University, Kaohsiung, Taiwan, Republic of China. - 2006
www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16469164

| Dans la présente étude, est examinée l'activité antiplaquettaire in vitro de la C-Phycocyanine.

[13] C-phycocyanin protects cerebellar granule cells from low potassium/serum deprivation-induced apoptosis.

Rimbau V, Camins A, Pubill D, Sureda FX, Romay C, González R, Jiménez A, Escubedo E, Camarasa J, Pallàs M. - Unitat de Farmacologia i Farmacognòsia, Facultat de Farmàcia, Nucli Universitari de Pedralbes, Barcelona, Spain. - 2001
www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11534860

| Les résultats de cette étude suggèrent que la C-phycocyanine prévient l'apoptose dans les cellules granulaires cérébelleuses, probablement grâce à son activité antioxydante. Il est proposé que l'apoptose induite par la privation de K/S pourrait être due, en partie, à une altération du cycle cellulaire due à un mécanisme de stress oxydatif.

[14] Inhibitory effect of phycocyanin from *Spirulina platensis* on the growth of human leukemia K562 cells

Yufeng Liu, Lizhi Xu, Ni Cheng, Lijun Lin, Chengwu Zhang - Medical School, Nanjing University, Nanjing, PR of China - 2000
<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1008132210772>

| Les résultats de cette étude suggèrent que la phycocyanine pourrait être capable d'inhiber la croissance des cellules K562 par des voies autres que l'apoptose, et que la protéine c-myc pourrait participer à cette inhibition.

Cancer

[15] The In Vitro Anti-Tumor Activity of Phycocyanin against Non-Small Cell Lung Cancer Cells

Shuai Hao, Yan Yan, Shuang Li, Lei Zhao, Chan Zhang, Liyun Liu, and Chengtao Wang - Beijing Advanced Innovation Center for Food Nutrition and Human Health, Beijing Engineering and Technology Research Center of Food Additives, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China; 2018

www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6025048/

[...] Le cancer CPNPC (cancer du poumon à petites cellules) est l'une des formes les plus agressives de cancer, avec peu d'options thérapeutiques efficaces. Des études antérieures ont démontré que la phycocyanine exerce un effet inhibiteur de croissance sur les cellules NSCLC A549. Cependant, sa fonction biologique et son mécanisme de régulation sous-jacent sur d'autres cellules restent encore inconnus. Ici, nous avons étudié pour la première fois la fonction in vitro de la phycocyanine sur trois lignées cellulaires typiques du CPNPC, NCI-H1299, NCI-H460 et LTEP-A2. Les résultats ont montré que la phycocyanine pouvait induire de manière significative l'apoptose, l'arrêt du cycle cellulaire, ainsi que la suppression de la migration cellulaire, la prolifération et la capacité de formation de colonies des cellules NSCLC par la régulation de plusieurs gènes clés. Il est frappant de constater que la phycocyanine affecte le phénotype cellulaire en régulant la signalisation NF-κB des cellules NSCLC. Nos résultats ont démontré la fonction anti-néoplasique de la phycocyanine et ont fourni des informations précieuses pour la régulation de la phycocyanine dans les cellules NSCLC.

[16] Effet de la bétaine, de la C-Phycocyanine ou de l'activité physique sur la croissance tumorale du cancer du poumon chez le rat.

Carmen Dupuis – Médecine humaine et pathologie. Université Clermont-Auvergne, 2017. Français-NNT : 2017CLFAS005

www.theses.fr/2017CLFAS005

[17] C-Phycocyanin exerts anti-cancer effects via the MAPK signaling pathway in MDA-MB-231 cells

Liangqian Jiang, Yujuan Wang, Guoxiang Liu, Huihui Liu, Feng Zhu, Huanhuan Ji, and Bing Li- Department of Genetics and Cell Biology, Basic Medical College, Qingdao University, 308 Ningxia Road, Qingdao, 266071 China - 2018

www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5785878/

Notre étude a indiqué que la C-phycocyanine inhibait la prolifération cellulaire et réduisait la capacité de formation de colonies des cellules MDA-MB-231. En outre, la C-phycocyanine induit l'arrêt du cycle cellulaire G0/G1 en diminuant les niveaux d'expression des protéines des Cyclines D1 et CDK-2 et en augmentant les niveaux d'expression des protéines de p21 et p27. De plus, la C-phycocyanine a induit l'apoptotique cellulaire en activant la voie des récepteurs de mort en surface de la membrane cellulaire. En outre, la C-phycocyanine a régulé à la baisse les niveaux d'expression protéique de la cyclooxygénase-2, et a inhibé davantage la migration des cellules MDA-MB-231. Nous avons également constaté que la mort cellulaire induite par la C-phycocyanine était transmise par les voies de signalisation MAPK. La C-Phycocyanine a pu induire l'apoptose des cellules MDA-MB-231 en activant les voies de signalisation p38 MAPK et JNK tout en inhibant la voie ERK.

[18] Anti-Cancer Effects Of Polysaccharide And Phycocyanin From Porphyra Yezoensis

Lu-Xi Zhang, Chun-Er Cai, Ting-Ting Guo, Jia-Wen Gu, Hong-Li Xu, Yun Zhou, Yuan Wang, Cheng-Chu Liu, and Pei-Min He - *Journal of Marine Science and Technology*, Vol. 19, No. 4, pp. 377-382 (2011) 377

<https://pdfs.semanticscholar.org/4bdc/ed8c0bbd0f615b5846a041892b26d4665772.pdf>

[19] Phycocyanin: A Potential Drug for Cancer Treatment

Liangqian Jiang, Yujuan Wang, Qifeng Yin, Guoxiang Liu, Huihui Liu, Yajing Huang, and Bing Li - Department of Genetics and Cell Biology, Basic medical college, 308 Ningxia Road, Qingdao University, Qingdao, China, 266071 - 2017

www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5687155/

La phycocyanine isolée d'organismes marins présente les caractéristiques de haute efficacité et de faible toxicité, et peut être utilisée comme aliment fonctionnel. Il a été rapporté que la phycocyanine a une fonction antioxydante, une activité anti-inflammatoire, une fonction anticancéreuse, une fonction d'amélioration immunitaire, des effets pharmacologiques de protection du foie et des reins. Ainsi, la phycocyanine a un développement et une utilisation importants en tant que médicament potentiel, et la phycocyanine est devenue un nouveau point chaud dans le domaine de la recherche pharmaceutique. Jusqu'à présent, de plus en plus d'études ont démontré que la phycocyanine a un effet anticancéreux, qui peut bloquer la prolifération des cellules cancéreuses et tuer les cellules cancéreuses. La phycocyanine exerce une activité anticancéreuse en bloquant le cycle des cellules tumorales, induisant l'apoptose et l'autophagie des cellules tumorales, de sorte que la phycocyanine peut servir d'agent anti-cancer prometteur. Cette revue traite de l'utilisation thérapeutique de la phycocyanine et met l'accent sur les dernières avancées de la phycocyanine en tant que médicament anticancéreux prometteur.

[20] Molecular mechanism of anti-cancer activity of phycocyanin in triple-negative breast cancer cells

Mathangi Ravi, Shilpa Tentu, Ganga Baskar, Surabhi Rohan Prasad, Swetha Raghavan, Prajisha Jayaprakash, Jeyarama Jeyakanthan, Suresh K Rayala and Ganesh Venkatrama - BMC Cancer 2015;15:768 - 2015 <https://bmccancer.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12885-015-1784-x>

[21] C-Phycocyanin: Cellular targets, mechanisms of action and multi drug resistance in cancer

Estela Fernandes e Silva, Felipe da Silva Figueirab, Aline Portantiolo Lettnina, Michele Carrett-Diasa, Daza de Moraes Vaz, Batista Filgueiraa, Susana Kalilb, Gilma Santos Trindadea, Ana Paula de Souza Vottoa - Programa de Pós-graduação em Ciências Fisiológicas, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, Brazil - 2018

www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1734114017302724

La C-Phycocyanine (C-PC) s'est révélée prometteuse dans le traitement du cancer ; cependant, bien que plusieurs articles le détaillant aient été publiés, ses principaux mécanismes d'action et ses cibles cellulaires n'ont pas encore été définis, et son rôle dans la résistance des cellules cancéreuses à la chimiothérapie, qui rend impossible son utilisation clinique, n'a pas été étudié en détail. À partir de notre examen approfondi de la littérature, nous avons déterminé comme hypothèse principale que le C-PC n'a pas une cible spécifique, mais agit plutôt sur la membrane, le cytoplasme et le noyau avec divers mécanismes d'action. Nous mettons en évidence les cibles cellulaires avec lesquelles le C-PC interagit (gène MDR1, protéines du cytosquelette et enzyme COX-2) qui le rendent capable de tuer les cellules résistantes à la chimiothérapie. Nous proposons également des analyses futures de l'interaction entre le C-PC et les protéines d'extrusion de médicaments, telles que ABCB1 et ABCC1, en utilisant des études *in silico* et *in vitro*.

[22] Phycocyanin Inhibits Tumorigenic Potential of Pancreatic Cancer Cells: Role of Apoptosis and Autophagy

Gaoyong Liao, Bing Gao, Yingnv Gao, Xuegan Yang, Xiaodong Cheng, Yu Ou - Scientific Reports volume 6, Article number: 34564 (2016)

www.nature.com/articles/srep34564

L'adénocarcinome pancréatique (PDA) est l'un des cancers humains les plus mortels et ne répond pas aux chimiothérapies actuelles. Nous étudions ici le potentiel thérapeutique de la phycocyanine comme agent anti-PDA *in vivo* et *in vitro*. La

phycocyanine, un produit naturel purifié à partir de spiruline, inhibe efficacement la prolifération des cellules cancéreuses du pancréas *in vitro* et la croissance tumorale par xénogreffe *in vivo*. La phycocyanine induit l'arrêt du cycle cellulaire G2/M, la mort cellulaire apoptotique et autophagique dans les cellules PANC-1. L'inhibition de l'autophagie en ciblant Beclin 1 à l'aide de siRNA supprime significativement l'inhibition de la croissance cellulaire et la mort induites par la phycocyanine, tandis que l'inhibition de l'autophagie et de l'apoptose sauve la mort cellulaire à médiation phycocyanine. Mécaniquement, la mort cellulaire induite par la phycocyanine est le résultat de la diapasonie entre les voies MAPK, Akt/mTOR/p70S6K et NF- κ B. La phycocyanine est capable d'induire l'apoptose des cellules PANC-1 en activant les voies de signalisation p38 et JNK tout en inhibant la voie Erk. D'autre part, la phycocyanine favorise la mort autophagique des cellules en inhibant les voies de signalisation PI3/Akt/mTOR. De plus, la phycocyanine favorise l'activation et la translocation nucléaire de la NF- κ B, qui joue un rôle important dans l'équilibre de l'apoptose et de l'autose médies par la phycocyanine. En conclusion, nos études démontrent que la phycocyanine exerce une activité anticancéreuse anti-pancréatique en induisant la mort cellulaire apoptotique et autophagique, identifiant ainsi la phycocyanine comme un agent anti-pancréatique prometteur.

[23] Phycocyanin-mediated apoptosis in AK-5 tumor cells involves down-regulation of Bcl-2 and generation of ROS

Bobbili V.V. Pardhasaradhi, A. Mubarak Ali, A. Leela Kumari, Pallu Reddanna, and Ashok Khar - Centre for Cellular and Molecular Biology, Hyderabad, India and School of Life Sciences, University of Hyderabad, Hyderabad, India - 2003

<http://mct.aacrjournals.org/content/molcanther/2/11/1165.full.pdf>

Cœur (blessures du cœur lors de perfusions ischémiques)

[24] C-phycoyanin protects against ischemia-reperfusion injury of heart through involvement of p38 MAPK and ERK signaling.

Khan M, Varadharaj S, Ganesan LP, Shobha JC, Naidu MU, Parinandi NL, Tridandapani S, Kutala VK, Kuppusamy P. - Davis Heart and Lung Research Institute, Division of Cardiovascular Medicine, Department of Internal Medicine, The Ohio State University, Columbus, OH 43210, USA. - 2006

www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16373583

Nous avons étudié l'effet cardioprotecteur de la C-Phycocyanine contre les lésions myocardiques induites par l'ischémie-reperfusion (I/R) dans un modèle cardiaque de Langendorff isolé et perfusé. [...] C-Phycocyanine ou Spiruline a significativement amélioré la récupération de la fonction cardiaque et la diminution de la taille de l'infarctus, atténué la libération de lactate déshydrogénase et de créatine kinase, et supprimé la génération de radicaux libres induite par l'I/R. [...] Dans l'ensemble, ces résultats ont montré pour la première fois que le C-Phycocyanine atténuait le dysfonctionnement cardiaque induit par l'I/R grâce à son action antioxydante et anti-apoptotique et à la modulation de p38 MAPK et ERK1/2.

Reins

[25] Salubrious effect of C-phycoyanin against oxalate-mediated renal cell injury.

Farooq SM, Asokan D, Sakthivel R, Kalaiselvi P, Varalakshmi P. - Department of Medical Biochemistry, Dr. AL Mudaliar Post-Graduate Institute of Basic Medical Sciences, University of Madras, Taramani, India. - 2004

www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15369755

Nous suggérons que la phycocyanine protège l'intégrité de la cellule rénale en stabilisant la LPO à médiation radicalaire et la protéine carbonylée, ainsi que les antioxydants de faible poids moléculaire et les enzymes antioxydantes des cellules rénales. Ainsi, la présente

analyse révèle que la nature antioxydante de la C-phycocyanine protège la cellule rénale contre les lésions induites par l'oxalate et peut être un agent néphroprotecteur.

[26] Oxalate mediated nephronal impairment and its inhibition by c-phycocyanin: a study on urolithic rats.

Farooq SM, Ebrahim AS, Subramhanya KH, Sakthivel R, Rajesh NG, Varalakshmi P. - Department of Medical Biochemistry, Dr. A.L.M. Postgraduate Institute of Basic Medical, Sciences, University of Madras, Taramani, Chennai, 600 113, India. - 2006
www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16477383

L'étude présente des implications pharmacologiques positives de la phycocyanine contre l'altération néphronale à médiation oxalate et justifie d'autres travaux pour exploiter cette ressource aquatique potentielle pour son application médicale.

[27] Phycocyanin prevents cisplatin-induced nephrotoxicity through inhibition of oxidative stress

Fernández-Rojas B., Medina-Campos O. N., Hernández-Pando R., Negrette-Guzmán M., Huerta-Yepez S., Pedraza-Chaverri J. C. - Department of Biology, Facultad de Química, UNAM, Ciudad Universitaria, México D.F. 04510, Mexico - 2014

<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11010-015-2436-9>

Le but de cette étude était d'évaluer si l'antioxydant C-phycocyanine (C-PC, 5-30 mg kg⁻¹ i.p.) était capable de prévenir la néphrotoxicité induite par le cisplatine (CP, 18 mg kg⁻¹ i.p.) en réduisant le stress oxydant chez la souris CD-1. La néphrotoxicité a été évaluée en mesurant l'azote uréique sanguin, le glutathion peroxydase plasmatique, la créatinine plasmatique, l'activité rénale de la N-acétyl-β-D-glucosaminidase, l'apoptose et les changements histopathologiques. Le stress oxydatif a été évalué en mesurant la teneur en glutathion, malondialdéhyde, 4-hydroxynonéal et protéines oxydées du tissu rénal. Le C-PC a permis de prévenir les lésions rénales et le stress oxydatif induits par la CP de manière dose-dépendante. De plus, le C-PC a empêché la

diminution de l'activité rénale des enzymes antioxydantes glutathion peroxydase, glutathion réductase, glutathion-S-transférase et catalase induite par le cisplatine. Des essais in vitro ont montré que le C-PC était un piège efficace des espèces réactives suivantes : acide hypochloreux, anions peroxydite, radicaux peroxyde, diphenyl-1-picrylhydrazyle, radicaux hydroxyle, anions superoxyde, oxygène simple et peroxyde d'hydrogène. On a conclu que l'effet protecteur du C-PC nutraceutique contre la néphrotoxicité induite par la PC était associé à l'atténuation du stress oxydatif et à la préservation de l'activité des enzymes antioxydantes.

Activité hépatoprotectrice et propriétés détoxifiantes - Foie

[28] Influence of C-phycoerythrin on hepatocellular parameters related to liver oxidative stress and Kupffer cell functioning.

Ramirez D, Fernández V, Tapia G, González R, Videla LA. - Centro de Investigaciones del Ozono, Centro Nacional de Investigaciones Científicas, Ciudad de la Habana, Cuba. - 2002
www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12146726

Le but de cette étude était d'évaluer les effets de la C-phycoerythrine sur le fonctionnement des cellules de Kupffer compte tenu de ses propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires. [...] La C-phycoerythrine a provoqué une inhibition en fonction de la concentration de la phagocytose carbonée et de l'absorption d'O₂ induite par le carbone (CI₅₀ = 0,2 mg/ml) par le foie perfusé, avec une diminution de 52 % de la libération sinusoidale de LDH induite par le carbone, observée à une concentration de 0,25 mg/ml. La calorigénèse thyroïdienne a induit une augmentation de 82 fois des taux sériques de TNF-alpha, un effet qui a été supprimé par prétraitement avec de la C-phycoerythrine, l'alpha-tocophérol antioxydant, et par le chlorure de gadolinium inactivateur des cellules de Kupffer. La C-phycoerythrine a également supprimé

Les pouvoirs insoupçonnés de la Phycocyanine

les augmentations induites par la T3 dans les taux sériques de nitrite (234%) et dans l'activité de la NOS hépatique (75%).

La C-phycocyanine diminue significativement la phagocytose des cellules de Kupffer et l'activité d'éclatement respiratoire associée, effets qui peuvent contribuer à l'abolition de la réponse TNF-alpha induite par le stress oxydatif et de la production de NO par état hyperthyroïde.

[29] C-phycocyanin: a potent peroxy radical scavenger in vivo and in vitro.

Bhat VB, Madyastha KM. - *Department of Organic Chemistry, Indian Institute of Science, Bangalore, 560 012, India. - 2000*

www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10944434

La C-Phycocyanine (de *Spirulina platensis*) a inhibé efficacement la peroxydation lipidique induite par le CCl₄ dans le foie du rat in vivo. La phycocyanine native et la phycocyanine réduite ont inhibé de façon significative la peroxydation lipidique induite par les radicaux peroxyde dans les microsomes hépatiques de rats et l'inhibition dépendait de la concentration avec un IC₅₀ de 11,35 et 12,7 microM, respectivement. La propriété de piégeage radicalaire de la phycocyanine a été établie par l'étude de sa réactivité avec les radicaux peroxyde et hydroxyle ainsi que par la cinétique de compétition du blanchiment de la crocine. Ces études ont démontré que la phycocyanine est un puissant piègeur de radicaux peroxyde avec un IC₅₀ de 5,0 microM et que les rapports de constante de vitesse obtenus pour la phycocyanine et l'acide urique (un piègeur de radicaux peroxyde connu) étaient de 1,54 et 3,5, respectivement. Ces études suggèrent clairement que le chromophore lié par covalence, la phycocyanobiline, est impliqué dans l'activité antioxydante et radicalaire de la phycocyanine.

Cholestérol

[30] A novel protein C-phycoerythrin plays a crucial role in the hypocholesterolemic action of *Spirulina platensis* concentrate in rats.

Nagaoka S, Shimizu K, Kaneko H, Shibayama F, Morikawa K, Kanamaru Y, Otsuka A, Hirahashi T, Kato T. - Department of Applied Life Science, Faculty of Applied Biological Sciences, Gifu University, Japan. - 2005
www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16177207

Cette étude visait à clarifier les mécanismes de l'action hypocholestérolémique du concentré de *Spirulina platensis* (SPC) et à identifier la nouvelle protéine hypocholestérolémique issue du SPC. Nous avons étudié les effets de la caséine ou CPS sur la solubilité du cholestérol, la capacité de liaison du taurocholate in vitro, l'absorption du cholestérol dans les cellules Caco-2 et le métabolisme du cholestérol chez le rat pendant 10 jours. Nous avons également évalué les effets du SPC, de la C-phycoerythrine C (PHY) et des résidus de PHY sur le métabolisme du cholestérol chez des rats ayant reçu une alimentation riche en cholestérol pendant 5 jours et un extrait de SPC ou de SPC-acétone pendant 10 jours. La solubilité du cholestérol micellaire et l'absorption du cholestérol par les cellules Caco-2 étaient significativement plus faibles en présence de CPS que pour la caséine. L'excrétion fécale de cholestérol et d'acides biliaires était significativement plus importante chez les rats ayant reçu le régime supplémenté en CPS que chez ceux ayant reçu le régime témoin à la caséine. Les concentrations sériques et hépatiques de cholestérol étaient significativement plus faibles chez les rats ayant reçu des CPS que chez ceux ayant reçu de la caséine. Ainsi, l'action hypocholestérolémiant de la CPS peut entraîner l'inhibition de l'absorption du cholestérol jéjunal et de la réabsorption des acides biliaires iléaux. Bien qu'aucune étude à ce jour n'ait trouvé une protéine hypocholestérolémique parmi les protéines d'algues, nous rapportons ici la découverte d'un effet hypocholestérolémique dans la nouvelle protéine C-phycoerythrine. Cette étude fournit la première preuve directe que PHY, une nouvelle protéine hypocholestérolémique dérivée

Les pouvoirs insoupçonnés de la Phycocyanine

de *Spirulina platensis*, peut fortement influencer les concentrations de cholestérol sérique et produire une activité hypocholestérolémique plus forte que la SPC chez les animaux.

[31] Antihyperlipidemic and Antioxidant Effects of C-phycocyanin in Golden Syrian Hamsters Fed with a Hypercholesterolemic Diet

Sheu MJ, Hsieh YY, Lai CH, Chang CC, Wu CH. - School of Pharmacy, China Medical University, Taichung, Taiwan. ; Contributed equally. - 2013
www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24716154

La C-phycocyanine (CPC), principal composant des algues bleu-vert, possède des propriétés anti-inflammatoires et anti-radicalaires. Notre objectif était d'étudier l'effet du CPC sur le métabolisme des lipides et ses effets antioxydants. [...] Le CPC s'est révélé efficace pour abaisser le cholestérol sérique, le cholestérol total (CT), le TG, le LDL, le GOT et le GPT. On a constaté que le CPC diminuait les équivalents malondialdéhyde (MDA) et retardait la conjugaison diénique dans l'oxydation des LDL par le Cu(2+). Le CPC augmente l'expression enzymatique de CAT, SOD et GPx. Les concentrations de CPC étaient en corrélation positive avec le niveau d'ARNm du récepteur LDL, tandis que les niveaux d'ARNm de la HMG CoA réductase, de la SOD-1 et du GPx dans les cellules HepG2 n'étaient pas affectés. Les effets hypolipidémiques et antioxydants du CPC suggèrent son rôle dans la prévention des MCV et de la formation d'athérosclérose.

Diabète

[32] Preventive effect of phycocyanin from *Spirulina platensis* on alloxan-injured mice.

Ou YI, Lin L, Pan Q, Yang X, Cheng X. - School of Life Science and Technology, China Pharmaceutical University, Nanjing 210009, China. - 2012
www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23121873

Les pouvoirs insoupçonnés de la Phycocyanine

L'effet préventif de la phycocyanine (obtenue à partir de *Spirulina platensis*) sur les souris blessées par alloxan est étudié. L'administration orale de phycocyanine a commencé deux semaines avant une lésion alloxane et s'est poursuivie jusqu'à quatre semaines plus tard. Les tests ont donné les résultats positifs suivants pour l'administration orale de phycocyanine à des souris blessées par l'alloxane : diminution de la glycémie à jeun et les protéines sériques glycosylées (GSP) ; maintien de la capacité antioxydante totale (T-AOC) ; éviter la formation de malondialdéhyde (MDA) dans le foie, les reins et le pancréas ; diminution des taux de cholestérol total (CT) et de triglycérides (TG) dans le sérum et le foie ; augmentation des taux de glycogène hépatique ; maintien de l'expression des glucokinases (GK) dans le foie et réduction de la p53 au niveau du mRNA (expression du pancréas). Les observations histologiques ont également confirmé les résultats ci-dessus. Une étude de toxicité aiguë montre en outre que la phycocyanine est relativement sûre. Ces résultats ont permis de conclure que la phycocyanine a un effet préventif important sur les souris blessées par l'alloxane. L'inhibition de la voie p53 pourrait être l'un des mécanismes qui ont permis de protéger les îlots pancréatiques des lésions alloxaniques. Nous avons également proposé que l'expression de la glycogénicité générale qui favorise la synthèse du glycogène hépatique pourrait être à l'origine de la baisse du taux de glucose sanguin. Les résultats encourageants constituent la première étape de l'étude du potentiel de la phycocyanine comme mesure clinique dans la prévention du diabète.

Maladies neuronales

[33] Protective effects of C-phycocyanin against kainic acid-induced neuronal damage in rat hippocampus.

Rimbau V, Camins A, Romay C, González R, Pallàs M. - Unitat de Farmacologia i Farmacognòsia, Facultat de Farmàcia, Universitat de Barcelona, Spain - 1999

www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10624795?dopt=Abstract

Le rôle neuroprotecteur de la C-phycocyanine a été examiné dans des cerveaux de rats atteints de kainate. L'effet de trois traitements différents avec de la C-phycocyanine a été étudié. L'incidence des changements neurocomportementaux était significativement plus faible chez les animaux recevant de la C-phycocyanine. Ces animaux ont également pris beaucoup plus de poids que les animaux recevant uniquement de l'acide kainique, alors que leur gain de poids ne différait pas significativement de celui des témoins. Des résultats équivalents ont été obtenus lorsque les dommages neuronaux dans l'hippocampe ont été évalués par des changements dans les récepteurs périphériques des benzodiazépines (marqueur microglial) et dans l'expression de la protéine de choc thermique 27 kD (marqueur astroglial). Nos résultats concordent avec les propriétés de piégeage des radicaux oxygène de la C-phycocyanine décrites ailleurs. Nos découvertes et l'absence virtuelle de toxicité de la C-phycocyanine suggèrent que ce médicament pourrait être utilisé pour traiter les lésions neuronales causées par le stress oxydatif dans les maladies neurodégénératives, comme la maladie d'Alzheimer et la maladie de Parkinson.

[34] Neuroprotection by *Spirulina platensis* protean extract and phycocyanin against iron-induced toxicity in SH-SY5Y neuroblastoma cells.

Bermejo-Bescós P., Piñero-Estrada E., Villar del Fresno Á. M. - Departamento de Farmacología, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid, Avenida de la Complutense s/n, Madrid, Spain. - 2008

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18572379>

Nous avons étudié l'effet de l'extrait protéique de *Spirulina platensis* et de la phycocyanine de biliprotéine isolée de cette microalgue, sur les activités des enzymes antioxydantes SOD, CAT, GPx et GR, sur l'activité inhibitrice de la peroxydation lipidique et sur les niveaux de glutathion des cellules neuroblastoma SH-SY5Y, après le stress oxydant provoqué par le

fer dans le neuroblastome. Le fer est l'un des agents les plus importants qui produisent le stress oxydatif et le déclin des fonctions neuronales. L'extrait protéique de *S. platensis* et la phycocyanine exercent l'activité antioxydante en protégeant l'activité des enzymes antioxydantes cellulaires GPx total, GPx-Se et GR et en augmentant la glutathion réduite dans les cellules contre le stress oxydant induit par le fer. Ces résultats suggèrent que l'extrait protéique de *S. platensis* est un antioxydant puissant grâce à un mécanisme lié à l'activité antioxydante, capable d'interférer avec la mort cellulaire à médiation radicale. *S. platensis* peut être utile dans les maladies que l'on sait aggravées par les espèces réactives de l'oxygène et dans le développement de nouveaux traitements pour les maladies neurodégénératives, pourvu que le fer ait été impliqué dans la neuropathologie de plusieurs maladies neurodégénératives telles que la maladie d'Alzheimer ou de Parkinson.

[35] C-Phycocyanin protects SH-SY5Y cells from oxidative injury, rat retina from transient ischemia and rat brain mitochondria from Ca²⁺/phosphate-induced impairment

Marín-Prida J., Pentón-Rol G., Rodrigues FP., Alberici LC., Stringhetta K., Leopoldino AM., et al., Center for Research and Biological Evaluations, Institute of Pharmacy and Food, University of Havana, Havana, Cuba – 2012

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036192301200192X>

Le stress oxydatif et la déficience mitochondriale sont essentiels dans la cascade de l'AVC ischémique et finissent par entraîner des lésions tissulaires. Il a déjà été démontré que la C-Phycocyanine (C-PC) a une forte action antioxydante et neuroprotectrice. Dans la présente étude, nous avons évalué les effets du C-PC sur les lésions oxydatives induites par le tert-butylhydroperoxyde (t-BOOH) dans les cellules neuronales SH-SY5Y, sur l'ischémie transitoire dans la rétine du rat et sur la déficience induite par le calcium/phosphate des mitochondries (RBM) du cerveau isolé de rats. Dans les cellules SH-SY5Y, le t-BOOH a induit une réduction significative de la viabilité

cellulaire, telle qu'évaluée par un test MTT, et cette réduction a été efficacement évitée par un traitement par C-PC dans la gamme des faibles concentrations micromolaires. L'ischémie transitoire dans la rétine du rat a été induite par une augmentation de la pression intraoculaire à 120 mmHg pendant 45 minutes, suivie de 15 minutes de reperfusion. Cet événement a entraîné une réduction de la densité cellulaire inférieure à 50 % dans la couche nucléaire interne (INL), ce qui a été empêché de façon significative par le prétraitement intraoculaire au C-PC pendant 15 minutes. Dans le RBM exposé à 3 mM de phosphate et/ou 100 μ M Ca^{2+} , le C-PC a empêché dans la gamme des faibles concentrations micromolaires, la transition de perméabilité mitochondriale telle qu'évaluée par gonflement mitochondrial, la dissipation potentielle de la membrane, l'augmentation des niveaux des espèces réactives oxygénées et la libération du cytochrome proapoptotique c. En outre, le C-PC a montré un fort effet inhibiteur contre une réaction Fenton électrochimique produite par la méthode du spectromètre. Par conséquent, le C-PC est un agent neuroprotecteur potentiel contre les accidents ischémiques cérébraux, ce qui réduit les lésions oxydatives neuronales et protège les mitochondries d'une atteinte.

[36] Assessment of C-phycoerythrin effect on astrocyte-mediated neuroprotection against oxidative brain injury using 2D and 3D astrocyte tissue model

Min SK., Park JS., Luo L., Kwon YS., Lee HC., Jung Shim H., et al.,
Department of Biological Engineering, Inha University, Incheon, Korea - 2015

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4585836/>

Des médicaments sont actuellement mis au point pour atténuer le stress oxydatif dans le traitement des lésions cérébrales. La C-phycoerythrine (C-Pc) est une protéine antioxydante des microalgues vertes connue pour exercer des effets neuroprotecteurs contre les lésions oxydatives du cerveau. Les astrocytes, qui composent de nombreuses parties du cerveau, exercent diverses fonctions pour surmonter le stress oxydatif ;

cependant, on sait peu de choses sur la façon dont le C-Pc agit sur les effets antioxydants des astrocytes. Dans cette étude, nous avons révélé que l'administration intranasale de C-Pc à des rats atteints d'occlusion de l'artère cérébrale moyenne (OAMC) assure une neuroprotection du cerveau ischémique en réduisant la taille des infarctus et en améliorant les déficits comportementaux. Le C-Pc a également amélioré la viabilité et la prolifération, mais a atténué l'apoptose et les espèces d'oxygène réactif (ROS) des astrocytes oxydés, sans cytotoxicité pour les astrocytes et neurones sains. Pour élucider comment C-Pc conduit les astrocytes à améliorer la neuroprotection et la réparation de l'ischémie cérébrale, nous avons d'abord développé un modèle 3D d'astrocytes oxydés. C-Pc avait des astrocytes qui régulent à la hausse les enzymes antioxydantes comme la SOD et la catalase et les facteurs neurotrophiques BDNF et NGF, tout en atténuant les facteurs inflammatoires IL-6 et IL-1 β et la cicatrice gliale. De plus, C-Pc a amélioré la viabilité des neurones oxydés en 3D. En résumé, on a conclu que le C-Pc active les astrocytes oxydés pour protéger et réparer le cerveau ischémique grâce aux effets combinatoires des mécanismes antioxydants, neurotrophiques et anti-inflammatoires améliorés.

[37] C-Phycocyanin protects against acute tributyltin chloride neurotoxicity by modulating glial cell activity along with its anti-oxidant and anti-inflammatory property: A comparative efficacy evaluation with N-acetyl cysteine in adult rat brain

Mitra S., Siddiqui W. A., Khandelwal S. - Immunotoxicology Division, CSIR-Indian Institute of Toxicology Research (CSIR-IITR), Lucknow, India - 2015.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009279715002471>

[...]Nous avons déjà signalé le potentiel neurotoxique du chlorure de tributylétain (TBTC), un polluant environnemental et un biocide puissant. Dans cette étude, nous avons évalué l'efficacité protectrice du CPC contre la neurotoxicité induite par le TBTC. [...] Cette étude illustre les différentes voies impliquées dans la neuroprotection à médiation CPC contre ce

Les pouvoirs insoupçonnés de la Phycocyanine

neurotoxique environnemental et souligne sa capacité à moduler l'activité des cellules gliales.

[38] Medical Application of *Spirulina platensis* Derived C-Phycocyanin

Liu Q., Huang Y., Zhang R., Cai T., Cai Y. - College of Pharmacy, Jinan University, Guangzhou 510632, China - 2016

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4879233/>

Sclérose en plaque et accident vasculaire ischémique

[38] C-Phycocyanin and Phycocyanobilin as Remyelination Therapies for Enhancing Recovery in Multiple Sclerosis and Ischemic Stroke: A Preclinical Perspective.

Pentón-Rol G, Marín-Prida J, Falcón-Cama V. - Center for Genetic Engineering and Biotechnology (CIGB), Cubanacan, Cuba. - 2018

www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29346320

La perte de myéline a un impact crucial sur les incapacités comportementales associées à la sclérose en plaques (SP) et à l'accident ischémique cérébral (IS). Bien que plusieurs traitements de la SEP soient approuvés, aucun d'entre eux ne favorise la remyélinisation chez les patients, ce qui limite leur capacité de rétablissement chronique. En l'absence d'options thérapeutiques, l'amélioration de la démyélinisation chez les survivants d'un AVC est corrélée à une moins bonne récupération comportementale. Nous montrons ici les résultats expérimentaux de notre groupe et d'autres qui soutiennent les effets remyélinisants de la C-Phycocyanine (C-PC), la principale biliprotéine de la *Spirulina platensis* et sa tétrapyrrole Phycocyanobiline (PCB) associée, dans des modèles de ces maladies. C-PC a favorisé la régénération de la substance blanche chez les rats et les souris atteints d'encéphalomyélite auto-immune expérimentale. L'analyse au microscope électronique du cortex cérébral de rats ischémiques a révélé une puissante action remyélinisante du traitement aux BPC après un AVC. Entre autres processus biologiques, nous avons discuté du rôle de l'induction régulatrice des cellules T, du

contrôle du stress oxydatif et des médiateurs pro-inflammatoires, de la modulation de l'expression génique et de l'inhibition de la COX-2 comme mécanismes potentiels impliqués dans les effets des C-PC et PCB sur le recrutement, la différenciation et la maturation des cellules précurseurs des oligodendrocytes des lésions démyélinisées. Les données recueillies appuient la mise en œuvre d'essais cliniques visant à démontrer les effets du rétablissement du C-PC et des BPC dans ces maladies.

[39] Comparative Neuroregenerative Effects of C-Phycocyanin and IFN-Beta in a Model of Multiple Sclerosis in Mice.

Pentón-Rol G, Lagumersindez-Denis N, Muzio L, Bergami A, Furlan R, Fernández-Massó JR, Nazabal-Galvez M, Llópiz-Arzuaga A, Herrera-Rolo T, Veliz-Rodriguez T, Polentarutti N, Marín-Prida J, Raíces-Cruz I, Valenzuela-Silva C, Teixeira MM, Pentón-Arias E. - Center for Genetic Engineering and Biotechnology (CIGB), Cuba. - 2016

www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26556034

Notre objectif est d'évaluer les effets de la C-Phycocyanine (C-Pc), une biliprotéine de *Spirulina platensis* aux propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et cytoprotectrices, dans un modèle chronique d'encéphalomyélite auto-immune expérimentale (EAE) chez la souris. [...] Les résultats ont montré que le C-Pc améliore la détérioration clinique des animaux, un effet qui exprime la réduction des infiltrations inflammatoires envahissant les tissus de la moelle épinière, la préservation axonale et la régulation négative de l'expression de l'IL-17 dans le tissu cérébral et le sérum. C-Pc et IFN-beta ont amélioré le statut redox chez les souris soumises à l'EAE, tandis que l'analyse des biopuces a montré que les deux traitements partageaient un sous-ensemble commun de gènes exprimés de façon différentielle, bien qu'ils modulent également de façon différentielle un autre sous-ensemble de gènes. Plus précisément, le C-Pc modulait principalement l'expression des gènes liés à la remyélinisation, à la gliogenèse et aux processus axono-glie. Pris ensemble, nos résultats indiquent que le C-Pc a

Les pouvoirs insoupçonnés de la Phycocyanine

des effets thérapeutiques significatifs contre l'EAE, médiés par la régulation dynamique de multiples processus biologiques.

Table des matières

Ce que vous devez retenir sur la phycocyanine	3
Introduction	9
Cellules souches	12
L'incidence de la phycocyanine	15
Système immunitaire	16
Globules blancs.....	16
La défense de notre organisme	17
Les immunoglobulines (anticorps).....	18
Les virus	20
Phycocyanine et action anti-inflammatoire	22
Phycocyanine et leucémie.....	25
Phycocyanine et allergies	27
Phycocyanine et cancer.....	28
Les effets de la phycocyanine sur le cancer	29
Usage combiné de la phycocyanine avec des médicaments ou des radiations	30
En conclusion	30
Phycocyanine, radicaux libres et lutte contre le vieillessement	32

Les pouvoirs insoupçonnés de la Phycocyanine

Maladies neuronales – Effet neuroprotecteur	34
Phycocyanine et foie.....	36
Phycocyanine et reins	38
Phycocyanine et cholestérol.....	40
Phycocyanine, tabagisme, alcoolisme et toxicomanie ...	41
Phycocyanine et diabète	42
Les autres impacts de la phycocyanine	44
La Thyroïde.....	44
Moelle épinière	44
Sous quelle forme prendre la phycocyanine ?	46
A quelle fréquence prendre la phycocyanine ?.....	46
Les contre-indications.....	47
Bibliographie et recherches.....	48
Système immunitaire	48
Propriétés anti-inflammatoires.....	48
Propriétés antioxydantes	50
Sang.....	52
Cancer	54
Cœur (blessures du cœur lors de perfusions ischémiques)	59
Reins.....	59
Activité hépatoprotectrice et propriétés détoxifiantes - Foie	61

Les pouvoirs insoupçonnés de la Phycocyanine

Cholestérol.....	63
Diabète.....	64
Maladies neuronales.....	65
Sclérose en plaque et accident vasculaire ischémique	70
L'auteur.....	75

L'auteur

Dr Bertrand Canavy, DHRes

Cursus :

- Doctor of Health Research*² (DHRes)
- Spécialiste en Thérapies Régénératives (Biofeedback, Stem Cells, hEGF)
- Diplôme Universitaire Stem Cells and Regenerative Medicine
- Diplôme Universitaire en Santé, Nutrition et Micro-Nutrition
- Diplôme Universitaire en Ingénierie et Conseil en Santé et Prévention Active
- Diplômé en Naturopathic Medicine (Naturopathie)
- Coach Santé certifié CESP
- Fondateur et Directeur des Instituts de soin HIPPOCRATES et du GROUPE HIPPOCRATE
- Président de la fondation FLASHCARE, mission humanitaire en Santé
- Rédacteur en chef de La Revue d'Hippocrate
- Ecrivain, Conférencier et Formateur
- Membre de DAUK, Doctors' Association UK
- Membre de AID, Association of Independent Doctors
- Membre de EMA, European Medical Association
- Membre du Comité Scientifique « New Therapies » de l'European Medical Association.

² * En aucun cas, Bertrand Canavy ne revendique le titre de médecin conformément à la réglementation Française. Un Doctor « Dr » est une personne détenant un Doctorate dans les pays anglo-saxons. Celui de « Professional Doctorate of Health Research » (DHRes) dans le cas de Bertrand Canavy.

Son action

- Praticien de Santé, il est spécialisé en Thérapies Régénératives (Biofeedback, Stem Cells, hEGF).
- Il aide ses clients à améliorer leur Santé grâce à la puissance des Thérapies Régénératives.
- Il accompagne des célébrités, sportifs de haut-niveau (championnat du monde et olympique), leaders, hommes politiques et hommes d'affaires du monde entier.
- Il a la chance d'être le fondateur de 5 Instituts en Soins Quantiques & Ancestraux : Hippocrates Thai Institute (Thaïlande), Hippocrates Africa Institute (Côte d'Ivoire), Hippocrates Madagascar Institute (Madagascar), Hippocrates French Guiana Institute (Guyane) et Hippocrates France Institute (France).
- Il est membre de DAUK « Doctors' Association UK », de AID « Association of Independent Doctors », et de EMA « European Medical Association »
- Il aime bien écrire, Il est aussi l'auteur d'une trentaine de livres traitant du mieux-être et de la santé.
- Il est le Rédacteur en chef de La Revue d'Hippocrate.
- Sa newsletter « La Lettre Positive de Bertrand Canavy » est diffusée à plus d'un million de personnes toutes les semaines.

Plus d'infos : www.bertrandcanavy.com

