

Copyright Dr Christophe Girardin Andreani

COURS DUMENAT PHYTO-AROMATHERAPIE

Dr Christophe Girardin Andréani

faculté de médecine Paris XIII

année 2010-2011

ALGUES et CYANOBACTERIES

1/ la spiruline

2/ la chlorelle

3/ *Odontella aurita*

4/ *Aphanizomenon floes aquea*

5/ *Alsidium helminthocorton* ou mousse de Corse

la spiruline

1/ introduction

La lutte contre les maladies infectieuses et le cancer repose essentiellement sur l'utilisation d'un arsenal chimique destiné à détruire les agents pathogènes et les cellules tumorales, ou pour le moins à bloquer leur développement.

Malheureusement, cette chimiothérapie n'est pas anodine, et outre le phénomène de résistance qu'elles induisent, les molécules employées s'accompagnent le plus souvent d'effets secondaires indésirables, pouvant aller jusqu'à l'altération des fonctions immunitaires.

Ces dernières années ont vu se développer une recherche originale basée non plus sur la création de nouvelles molécules de synthèse, mais sur l'isolation et l'identification de principes naturellement actifs, le plus souvent d'origine végétale, et qui apparaissent comme très prometteurs sur le plan de l'efficacité thérapeutique.

Et se fait jour peu à peu l'espoir de voir naître une véritable stratégie globale dans la lutte contre les pathologies infectieuses et tumorales, basée sur une double action :

- action contre les agents pathogènes et les cellules tumorales
- action sur le patient, par restauration et/ou augmentation de son potentiel immunitaire.

Provenant de toutes les origines géographiques, les plantes adaptogènes – c'est-à-dire qui aident l'organisme à lutter contre toutes les agressions, de quelque nature qu'elles soient – sont de plus en plus nombreuses à être identifiées et étudiées : ginseng, éleuthérocoque, noni ou morinda citrifolia, olivier, pamplemousse, bigaradier, rhodiole...

La spiruline, longtemps considérée comme une algue microscopique mais qui est en fait une cyanobactérie riche d'une exceptionnelle concentration en protéines, vitamines et oligo-éléments, contient aussi des molécules complexes polysaccharidiques et polypeptidiques (calcium-spirulan, phycocyanine) dont nous allons présenter le réel pouvoir immuno-stimulant, ainsi que l'innocuité. Bien qu'étant située à la

frontière séparant monde végétal et univers bactérien, nous la considérerons, du fait de sa richesse en chlorophylle et de son métabolisme tirant l'énergie de la photosynthèse, comme une plante adaptogène à part entière.

2/ taxonomie, nomenclature, historique

Avant de développer l'état actuel des connaissances scientifiques sur la spiruline, il convient de préciser une terminologie confuse :

- spiruline est le nom commercial d'une cyanobactérie appartenant toujours au genre *Arthrospira*.
- spirulina est le nom commercial anglais de la même cyanobactérie.
- *Spirulina* est le nom scientifique et taxonomique d'une autre cyanobactérie fort éloignée des *Arthrospira*. Aucune à ce jour n'a été étudiée sous l'angle de l'alimentation humaine, et aucune n'est commercialisée à cette fin.
- *Arthrospira* est le nom scientifique et taxonomique d'un groupe de cyanobactéries auxquelles appartient notre spiruline alimentaire (voir à ce sujet la taxonomie établie par le Professeur Jacques Falquet, de la fondation Antenna Technology et l'Université de Genève, sur <http://www.antenna.ch/background.htm>).

La spiruline est une très ancienne forme de vie, dont l'apparition sur terre remonte à près de 3,5 milliards d'années.

Récoltée et consommée depuis des siècles par le peuple tchadien des Kanembous (Afrique) et par les anciens Aztèques (Mexique, vallée du Texcoco), elle apparaît pour la première fois dans la littérature sous la plume de Cortès, qui en ses mémoires de conquérant, rédigées vers 1521, nous explique qu'elle était consommée sous forme de galettes obtenues par séchage au grand soleil.

Redécouverte au Tchad en 1930 par un pharmacien des troupes coloniales françaises, elle attira en 1959 l'attention de Brandilly, anthropologue et cinéaste, qui lui consacra un article aussitôt oublié qu'écrivit, malgré son titre prophétique : « Depuis des lustres, une tribu africaine du Tchad exploite la nourriture de l'an 2000 ».

La spiruline, si elle est l'une des premières formes de vie terrestre, n'en a pas moins suscité que tardivement l'intérêt des scientifiques occidentaux.

Depuis les années 80, la spiruline a fait l'objet de plusieurs dizaines d'études scientifiques, par des chercheurs du monde entier, et nous sommes encore loin de connaître tous les effets bénéfiques d'une consommation quotidienne de spiruline.

3/ biologie et composition

biologie

Sur un plan biologique, la spiruline évolue à la frontière entre monde végétal et animal.

Longtemps considérée comme une algue microscopique (phytoplancton), elle est en fait à classer dans la catégorie des cyanobactéries (zooplancton) du genre *Arthrospira*.

Dépourvue de cellulose, la spiruline est de type Gram – et, procaryote vrai malgré son système énergétique photosynthétique, elle est riche en chlorophylle et en phycocyanine, pigment protéique rare donnant à la spiruline sa couleur bleu vert, ainsi qu'une fluorescence rouge.

Les cyanobactéries en général ne possèdent pas de cycle de Krebs complet et absorbent carbone et énergie sous forme de glycogène, selon le cycle de Calvin. Beaucoup de cyanobactéries fixent l'azote de l'air, grâce à des structures cytoplasmiques spécialisées, les hétérocystes.

Elles sont parfois unicellulaires, mais le plus souvent organisées en amas pluricellulaires formant colonies, ou encore réunies en filaments, les trichomes.

Mobiles, elles se déplacent dans les liquides par glissement, grâce à l'action de microfibrilles, ou encore à l'aide de vacuoles gazeuses.

Donc les cyanobactéries peuvent être pluri- ou unicellulaires, tirent leur énergie de la photosynthèse (présence de chlorophylle) comme toutes les formes de vie végétale verte, mais sont procaryotes comme les bactéries..

composition

La composition de la spiruline est unique au monde :

- **Protéines** : entre 50 et 70% du poids sec, c'est-à-dire environ le double du soja, qui est la deuxième meilleure source connue. On y trouve l'ensemble des acides aminés essentiels, y compris les acides aminés soufrés (méthionine et cystéine). En plus des acides aminés simples, la spiruline contient des polypeptides complexes comme la phycocyanine, dont nous verrons plus loin l'intérêt thérapeutique.
- **Lipides** : en totalité ils représentent moins de 10% du poids sec. Les plus intéressants sont les acides palmitique, palmitoléique, oléique, et surtout gamma-linolénique (*omega 6*). La richesse de la spiruline en AGL est d'autant plus intéressante qu'on ne trouve par ailleurs cet AGE que dans l'huile de bourrache, de primevère et d'onagre.
- **Glucides** : entre 15 et 25% de la matière sèche. Les glucides simples sont en très faible quantité, ce qui est plutôt un avantage sur le plan diététique. La spiruline contient par ailleurs du méso-inositol phosphate, excellente source de phosphore organique. Les polysaccharides de la spiruline présentent de multiples intérêts thérapeutiques, notamment dans la stimulation des mécanismes de réparation de l'ADN, dans son effet radio-protecteur et dans la neutralisation des radicaux libres.
- **Acides Nucléiques** : de 4 à 6% de la matière sèche (1/4 ADN, 3/4 ARN). La dégradation biochimique des acides nucléiques pourrait à la longue augmenter le taux sérique d'acide urique. Toutefois, il faudrait pour obtenir cet effet nocif consommer plus de 80 grammes de spiruline sèche par jour, soit 20 fois plus que la dose nécessaire et suffisante habituellement.
- **Bêta-carotène (provitamine A)** : jusqu'à 1700 mg par kilo. Aucun risque de surdosage n'est à craindre, du fait de l'absence de vitamine A. Le bêta-carotène représente 80% des caroténoïdes de la spiruline. Celui-ci est particulièrement bio- disponible et son rôle

dans la lutte contre les radicaux libres, la cécité par avitaminose A (symptôme de la tache de Bitot), certains types de cancers, le blocage de la transmission mère/enfant du VIH, n'est plus à démontrer.

- **Tocophérols (vitamine E)** : de 50 à 190 mg par kilo, soit autant que le germe de blé. Les propriétés anti-oxydantes de la vitamine E renforcent l'effet anti-âge du bêta-carotène.

- **Vitamines du groupe B** : avec la levure de bière, la spiruline est une excellente source de ces vitamines aux multiples actions : rôle dans le métabolisme des glucides, lipides et protides, dans le métabolisme des hormones, dans la transmission de l'influx nerveux et le mécanisme de la respiration. Elles sont indispensables à la croissance, à la production d'énergie et au bon fonctionnement du système immunitaire. La vitamine B9 ou acide folique est anti-anémiant et anti-cancérigène, et stimule la croissance du système nerveux et de la moelle osseuse. La vitamine B1 ou thiamine est anti-stress.

- **Vitamine B12** : nous la traitons à part, car la spiruline est la seule source végétale connue de cette vitamine. Ce qui rend la spiruline particulièrement intéressante dans le cas de l'alimentation des personnes âgées dénutries, des anorexiques ou des végétariens stricts.

- **Minéraux et oligo-éléments** : calcium, magnésium, phosphore, fer, zinc, cuivre, chrome, manganèse, sodium, potassium. Les plus intéressants sont le fer, le magnésium, le calcium, le phosphore et le potassium. La présence de fer bio-disponible est à souligner, le fer présent dans les autres végétaux n'étant pas assimilable par l'homme. On doit noter également la présence de sélénium et de fluor, aux effets positifs certains (lutte contre les radicaux libres, prévention de la carie dentaire).

- **Molécules complexes polypeptidiques et polysaccharidiques** : depuis 1995/1996, plusieurs équipes de chercheurs ont mis en évidence le rôle immuno-stimulant joué par des molécules comme la phycocyanine, pigment respiratoire, et le calcium-spirulan.

La spiruline existe depuis plus de trois milliards et demi d'années, et elle a survécu à tous les stress et agressions parce qu'elle est dotée de tout un arsenal composé de vitamines, anti-oxydants, oligo-éléments, molécules complexes, fonctionnant avec une parfaite synergie. Utiliser la

spiruline sous forme d'extrait reviendrait à se priver de cette synergie qui est peut-être la principale cause de l'efficacité thérapeutique de la spiruline.

composition détaillée

- **Protéines** entre 50 et 70% du poids sec
- **Lipides** en totalité ils représentent moins de 10% du poids sec, dont acide gamma-linolénique 2 % environ
- **Glucides** entre 15 et 25% de la matière sèche
- **Acides Nucléiques** de 4 à 6% de la matière sèche (1/4 ADN, 3/4 ARN).
- **Caroténoïdes**, bêta-carotène (provitamine A) jusqu'à 1700 mg par kilo, lutéine 300 mg / kg zéaxanthine 300 mg / kg
- **Tocophérols (vitamine E)** de 50 à 190 mg par kilo
- **Vitamines du groupe B** , B1 50 mg / kg, B2 35 mg / kg, B3 146 mg / kg, B6 8 mg / kg, B12 4 mg / kg
- **Minéraux et oligo-éléments**, Calcium 1 g / kg, Fer 1,5 g / kg, Phosphore 8 g / kg, inc 40 mg / kg, Magnésium 2,5 g / kg, iivre 40 mg / kg, Chrome 3 mg / kg, Sodium 4,5 g / kg, Potassium 6,4 g / kg
- **Phycocyanine 2 g / kg**
- **chlorophylle 1,3 g / kg**

4/ les étapes de la recherche

Les scientifiques et les industriels ne se sont intéressés à la spiruline que tardivement, dans les années 70.

C'est d'abord par son **exceptionnelle richesse en protéines** que la spiruline a attiré l'attention des nutritionnistes. Contenant de 50 à 70% de son poids sec en protéines, la spiruline est la meilleure source connue en acides aminés, puisqu'elle les contient tous, acides aminés essentiels et acides aminés soufrés (méthionine et cystéine) compris.

Un peu plus tard, les chercheurs ont isolé dans la spiruline des substances nutritives d'un intérêt considérable, notamment **les vitamines du groupe B, le bêta-carotène, la vitamine E, et de nombreux oligo-éléments et acides gras essentiels.**

Nous retiendrons la forte concentration en bêta-carotène (plus que dans la carotte), en vitamine B12 (qu'on ne trouve par ailleurs que dans la viande rouge), en calcium (plus que dans le lait de vache), en fer (seule source végétale de fer bio-disponible), en acide gamma-linolénique...

La troisième étape de la recherche sur la spiruline est plus récente, puisqu'elle remonte à 1994 / 1995, époque à laquelle les chercheurs ont isolé dans la spiruline des **molécules complexes dotées d'un pouvoir immuno-stimulant** particulièrement prometteur. Ces molécules polysaccharidiques (calcium-spirulan) et polypeptidiques (phycocyanine) sont loin d'avoir révélé l'intégralité de leur potentiel thérapeutique, et sont toujours à l'étude.

5/ les effets thérapeutiques :

action immuno-stimulante globale

De nombreuses études ont été réalisées à ce jour, sur des souris, hamsters, poulets, dindes, chats et poissons, qui toutes ont démontré que la spiruline est incontestablement un puissant tonifiant du système immunitaire.

Bien évidemment, cette action positive s'explique par la présence de vitamines du groupe B, d'oligo-éléments comme le fer, d'acide gamma-linolénique, d'anti-oxydants puissants et à doses importantes comme le bêta-carotène, la vitamine E, le zinc et le sélénium, ce qui n'a rien de révolutionnaire.

Mais le véritable intérêt de la spiruline en tant qu'agent « dopant » du système immunitaire repose sur la présence de ces molécules complexes, polysaccharidiques et polypeptidiques, dont les effets immuno-stimulants sont étudiés depuis le milieu des années 90.

Les chercheurs affirment que la spiruline agit sur les organes impliqués dans l'élaboration du système immunitaire (foie, rate, thymus, ganglions lymphatiques, végétations adénoïdes, amygdales et moelle osseuse), en même temps qu'elle stimule le fonctionnement des cellules immunitaires.

Ce qui revient à dire que la spiruline augmente à la fois l'immunité cellulaire (lymphocytes T, macrophages, cellules B, cellules tueuses naturelles ou NK qui s'attaquent aux cellules cancéreuses) et l'immunité humorale (anticorps et cytokines).

action des PSM sur le système immunitaire :

Depuis le début des années 90, date à laquelle ils ont été découverts, les études se sont succédées qui toutes ont mis en évidence la capacité des PSM à stimuler le système immunitaire tant humoral que cellulaire, entre autre par la stimulation des nombreux organes impliqués : foie, rate, thymus, système lymphatique, moelle osseuse.

Etude du professeur Boajiang (1994)

Le professeur Boajiang, chercheur chinois, a démontré en 1994 que non seulement la production des éléments du système humoral (anticorps, cytokines) était stimulée, mais que de plus les éléments cellulaires comme les lymphocytes T, les macrophages et les NK cells voyaient leur nombre augmenté et surtout leur efficacité accrue.

Etude du professeur Qureshi (1995)

De même une équipe américaine dirigée par le professeur Qureshi, travaillant *in vitro* sur des macrophages de poulet, a mis en évidence une prolifération accrue de ceux-ci, ainsi qu'une meilleure efficacité phagocytosique (vacuolisation augmentée).

synthèse du système sanguin :

Depuis longtemps, les scientifiques ont identifié la spiruline comme une des meilleures sources de fer bio-disponible, particulièrement intéressante dans le cas de patients végétariens stricts, anorexiques, dénutris... Mais l'intérêt de la spiruline, dans le cadre de l'élaboration du sang, ne se limite pas à cet apport en fer destiné à la synthèse de l'hémoglobine.

Des scientifiques russes et chinois ont démontré en 1994, chacun de leur côté, que la spiruline intervenait au niveau de la moelle osseuse, siège de l'élaboration des globules rouges (érythropoïèse), grâce à la présence d'un pigment protéique rare, la phycocyanine.

phycocyanine et système sanguin :

La phycocyanine est un pigment respiratoire de nature polypeptidique propre à la spiruline.

Cette molécule complexe agit sur la moelle osseuse en stimulant l'évolution et la différenciation des cellules souches des lignées sanguines rouges et blanches.

Etude du Professeur ZHANG (1994)

Cette action a été démontrée par les travaux du professeur Zhang, spécialiste chinois des micro-algues, qui a comparé l'action de la phycocyanine à celle des systèmes hormonaux (reins et moelle osseuse) régulateur de l'érythropoïèse.

Etude du professeur Evets et coll. (1994)

Cette découverte est corroborée par les travaux de Evets, chercheur du Grodenski State Medical University (ex-URSS) qui a traité et guéri de nombreux enfants à la fonction médullaire détruite par l'effet des radiations de Tchernobyl. Ainsi un groupe de 270 enfants irradiés de façon chronique ont connu un rétablissement total de la fonction médullaire – avec stabilisation du taux des IgE – au terme d'un simple traitement de six semaines à raison de cinq grammes par jour de spiruline.

activité antivirale :

La recherche scientifique a depuis longtemps établi l'intérêt du bêta-carotène et de la vitamine B12, ainsi que des autres vitamines du groupe B, dans le cadre de la lutte contre les infections virales.

Mais la richesse de la spiruline en ces substances n'explique pas entièrement le pouvoir antiviral de la spiruline.

Une fois encore, il semblerait que les polysaccharides membranaires soient impliqués dans ce processus, parce qu'ils empêchent le virus de pénétrer la membrane cellulaire, et donc de se répliquer.

action anti-virale spécifique des PSM :

Etude des professeurs Ayehunie et Belay (1996)

Les professeurs Ayehunie et Belay, dirigeant une équipe de chercheurs du Dana Farber Cancer Institute et de la Faculté de Médecine de Harvard (Boston, USA) ont démontré qu'un extrait hydrosoluble de spiruline permettait d'inhiber la réplication du VIH-1 dans des lymphocytes d'origine humaine, à des doses excluant tout risque de cytotoxicité.

Etude du professeur Hayashi (1996)

L'équipe du professeur Hayashi, de l'American Chemical Society, a également démontré l'efficacité *in vitro* de cet extrait polysaccharidique contre les virus Herpès Simplex Virus, Cytomégalovirus, Virus de la grippe A et VIH-1.

Le mécanisme semble reposer sur le fait que le virus, ne pouvant se fixer sur la membrane de la cellule hôte, ne peut donc ni pénétrer celle-ci ni, par voie de conséquence, se répliquer.

6/ radioprotection et effet anti-cancer :

En 1954, un chercheur américain, Denham Harman, a le premier formulé la théorie selon laquelle le vieillissement cellulaire et certains cancers seraient dus à l'action oxydative des radicaux libres. Après avoir été longtemps décriée, cette théorie est maintenant admise par la communauté scientifique, et les médias spécialisés dans la lutte anti-âge et la santé grand-public, marché porteur s'il en est, s'en sont emparés jusqu'à en faire leur principal cheval de bataille.

Les mécanismes du vieillissement cellulaire et de la cancérisation sont de mieux en mieux connus, notamment au cœur de la cellule où les radicaux libres font des ravages, altérant l'ADN nucléaire et les structures internes de la mitochondrie.

L'intérêt des anti-oxydants réside dans l'effet de neutralisation des radicaux libres avant que ceux-ci ne commettent des dégâts irréversibles, c'est-à-dire immédiatement au moment de leur formation au cours du métabolisme cellulaire.

La spiruline est particulièrement riche en anti-oxydants puissants comme le bêta-carotène, la vitamine E, le zinc, le sélénium...

Mais d'autres mécanismes sont impliqués dans le cadre de la lutte anti-cancer et de la radioprotection. La spiruline agit d'abord, nous l'avons vu, en restaurant la moelle osseuse qui est un des premiers organes lésés par les radiations, et en stimulant le système immunitaire (dont les cellules tueuses naturelles, ou NK, destructrices des cellules cancéreuses, sont un élément important).

En outre, les polysaccharides membranaires de la spiruline agiraient en stimulant les complexes enzymatiques, les endonucléases, chargés de restaurer l'ADN (quand celui-ci est altéré par les radiations ou les radicaux libres) et en accélérant l'excrétion des radio-isotopes. L'action anti-cancer de la spiruline serait donc pour certains chercheurs tant préventive (élimination des radio-isotopes, effet anti-radicalaire) que curative (restauration de l'ADN, destruction des cellules cancéreuses par les cellules tueuses naturelles).

action des PSM contre le cancer (résumé et études réalisées) :

Plusieurs mécanismes sont impliqués :

1^{er} mécanisme, élimination des substances mutagènes

Plusieurs auteurs ont souligné la capacité de la spiruline à accélérer l'élimination des substances radioactives ou chimicotoxiques mutagènes, ce qui peut expliquer une action anti-cancer préventive.

2^{ème} mécanisme, action anti-radicalaire

La richesse de la spiruline en anti-oxydants (bêta-carotène, vitamine E, zinc et sélénium) peut renforcer cette action anti-cancer.

3^{ème} mécanisme, stimulation des endonucléases

Etude du professeur Pang Qishen (1988)

Un autre mécanisme préventif possible a été mis en évidence par un chercheur chinois, le professeur Pang Qishen [7] et qui met en cause un système enzymatique complexe, les endonucléases. La fonction de ces endonucléases consiste à réparer les altérations subies par le matériel génétique nucléaire (ADN chromosomique), au fur et à mesure qu'elles se produisent suite par exemple à l'action de substances délétères radio-ou chimicotoxiques.

Les PSM de la spiruline agiraient sélectivement sur ces enzymes réparatrices, dans le sens d'une stimulation, ce qui aurait pour effet de faciliter la réparation de l'ADN endommagé et donc d'empêcher un éventuel processus de cancérisation cellulaire.

4^{ème} mécanisme, stimulation des NK cells, cytokines et interféron

La stimulation du système immunitaire passe également par une activité plus grande des cellules tueuses naturelles ou NK cells, dont le fonctionnement est régulé par un certain nombre de médiateurs comme les cytokines.

Plusieurs études récentes portant sur les effets de la spiruline sur les cytokines, l'interféron gamma et les NK cells confirment l'intérêt réel de la spiruline et de ses polysaccharides membranaires en tant qu'agents anti-cancer.

Etude Osaka center for cancer (2000)

Ainsi une équipe de scientifiques du Osaka Center for Cancer et Cardiovascular Diseases [8], travaillant sur un groupe de 12 adultes de sexe masculin, a démontré en octobre 2000 que la prise de spiruline augmente non seulement le nombre de NK cells, mais aussi leur efficacité. Cette augmentation est effective une à deux semaines après le début de la prise de spiruline, et se poursuit jusqu'à 12 à 24 semaines après l'arrêt du traitement.

Etude Davis school Medicine (2000)

Une autre étude réalisée en 2000 à la Davis School of Medicine et Medical Center [9] confirme que la spiruline augmente la production de cytokines et d'interféron, ainsi que le nombre et l'efficacité des NK cells.

Les mécanismes sont donc multiples et complexes, qui peuvent expliciter l'action de la spiruline dans la prévention et le traitement des pathologies cancéreuses.

8/ effet anti-oxydant :

Radicaux libres et anti-oxydants s'opposent, nous l'avons déjà mentionné, dans une lutte chimique qui, aboutit, si les radicaux libres prévalent, à un phénomène d'oxydation cellulaire se soldant par un

vieillesse accélérée de l'organisme, voire l'apparition d'une tumeur cancéreuse.

La spiruline présente un arsenal complet et synergique sous forme de bêta-carotène, vitamine E, Zinc et Sélénium, qui comptent parmi les anti-oxydants les plus efficaces dont on puisse disposer.

Cinquante ans de recherche ont confirmé la théorie radicalaire de Denham Harman, et l'on sait depuis peu que la principale manifestation oxydante responsable du vieillissement se situe au niveau de la mitochondrie.

Une étude américaine récente, puisqu'elle n'a été publiée que le 19 février 2002, explicite le rôle anti-oxydant joué par l'acétyl-L-carnitine et l'acide alpha-lipoïque au niveau de la mitochondrie, ce qui se manifeste par une baisse marquée des symptômes liés à l'âge, sur une population d'animaux vieillissants :

- protection des cellules cérébrales,
- amélioration de la mémoire et de l'audition,
- recyclage du CoQ10,
- augmentation du niveau d'acides nucléiques dans les tissus.

Nous ne résistons pas au plaisir de citer le commentaire du Docteur Ames lui-même : « Avec ces deux suppléments ensemble, les rats âgés se sont levés et ont dansé la Macarena ».

Nous citons ces travaux pour bien démontrer que la spiruline, bien que dépourvue d'acide alpha-lipoïque et d'acétyl-L-carnitine, n'en contient pas moins d'autres anti-oxydants à forte concentration, et qu'elle occupe une place de choix dans notre arsenal anti-âge.

intérêt nutritionnel chez l'homme :

La spiruline ne disposant pas de paroi cellulosique peut donc être facilement digérée par l'homme. La **digestibilité des protéines** est mesurée par la NPU ou Utilisation Protéique Nette.

Celle de la spiruline est de 85 à 92% de celle de la caséine pure qui sert de référence, ce qui représente un score exceptionnel. L'**assimilation**

des protéines est mesurée par la PER ou Efficacité Protéique. Celle de la spiruline est selon les auteurs de 1,80 à 2,60, celle de la caséine pure étant de 2,5 (maïs 1,23 ; blé 1,15).

La présence de nombreux oligo-éléments et vitamines, ainsi que la présence, unique dans le domaine végétal, de fer bio-disponible et de vitamine B12, font que la spiruline est un complément alimentaire de choix, voire un aliment à part entière, dans le cas de patients en état de faiblesse ponctuelle ou chronique (convalescents, enfants dénutris, anorexiques, personnes âgées...).

La faible quantité de spiruline nécessaire à une ré-équilibration alimentaire ainsi que son faible coût devrait rendre son utilisation régulière en milieu hospitalier.

autres avantages possibles pour la santé

La recherche sur la spiruline est toujours en cours, et nous pouvons d'ores et déjà affirmer que cette algue bactérie, en plus des actions déjà développées, agit aussi en tant qu'agent anti-inflammatoire (présence d'acide gamma-linolénique, précurseur des prostaglandines et de ce fait régulateur du cycle menstruel).

Il semblerait également que la spiruline agisse favorablement sur la flore intestinale, stimulant le développement de *Bifidus* et lactobacille. et empêchant la croissance pathologique de *Escherichia coli* et *Candida albicans*.

Du fait de sa richesse en protéines et donc d'un éventuel effet coupe-faim par induction d'une sensation de satiété, la spiruline est conseillée par certains nutritionnistes comme adjuvant des régimes hypocaloriques, d'autant plus que sa richesse en micro-nutriments peut pallier les carences inhérentes à ces régimes.

6/ principales indications de la spiruline

Elles sont multiples et découlent de la composition.

tous les états pathologiques déclarés :

(effet tonifiant, immuno-stimulant, richesse nutritionnelle, action sur le système sanguin et l'immunité humorale et cellulaire...).

Parmi ces états, on doit citer le SIDA et le cancer, du fait principalement de l'action positive de la spiruline sur l'immunité, tant humorale que cellulaire (cellules tueuses naturelles ou NK, destructrices des cellules cancéreuses), de l'action des polysaccharides membranaires sur les endonucléases réparatrices de l'ADN, et de la neutralisation des radicaux libres par le bêta-carotène.

A noter aussi l'importance de la vitamine B12, qu'on ne trouve que dans la viande rouge et la spiruline, et qui est toujours fortement carencée chez les patients séropositifs.

La seule restriction à l'usage de la spiruline pourrait être les phases de chimiothérapie, dont l'efficacité peut être réduite du fait de l'action cellulo-protectrice de la spiruline ?

toute personne saine désireuse d'augmenter son potentiel vital et sa longévité :

ne serait-ce que par le pouvoir adaptogène et oxygénateur de la spiruline.

les femmes enceintes :

même et surtout si elles sont séropositives, car une prise quotidienne de spiruline peut empêcher, grâce à la présence de bêta-carotène, la transmission du virus de la mère à l'enfant.

états de déficience nutritive :

pour les anorexiques, les végétariens, les personnes âgées, les convalescents... Une étude menée à l'hôpital Bichat a montré qu'il était possible de pallier la dénutrition et la malnutrition uniquement avec de la spiruline, sans risque de surdosage.

personnes contaminés :

par le tabac, l'alcool, un environnement professionnel et/ou habituel polluant, y compris les métaux lourds et la radio-activité.

carences en vitamines du groupe B :

y compris anémie pernicieuse (carence en vitamine B12), et carence en fer. Cette dernière concerne au moins 30% de la population occidentale, surtout féminine.

états de fatigue, stress, enfants en croissance :

« La spiruline est une véritable source de santé pour les enfants » (Miao Jian Ren).

hypercholestérolémie et perturbations du bilan lipidique :

grâce à l'apport de protéines et d'acides gras essentiels comme l'AGL. La spiruline aurait également un effet régulateur sur le taux de cholestérol sanguin.

troubles intestinaux :

par régulation de la flore intestinale et stimulation du lactobacille et du *Bifidus* (Professeur Falquet, in « Spiruline, aspects nutritionnels, Antenna Technology, Genève, mai 1996).

Principes actifs**Actions / Indications**

Protéines, Vitamines du groupe B, Vitamine B12, Oligo-éléments dont Fer bio-disponible, Calcium, Phosphore, Magnésium, Cuivre...	Equilibre alimentaire Aide à la croissance Baisses de forme et changements de saison, <u>régimes végétariens</u>
Vitamines du groupe B, Vitamine B12, Acide Gamma-Linolénique (AGE), Molécules complexes polysaccharidiques (membrane)	Action sur tous les métabolismes Action sur le système immunitaire Stimulation des défenses naturelles
Bêta-carotène (pro-vitamine A)	Avant et après exposition au soleil
Bêta-carotène, Vitamine E, Zinc, Sélénium	Action anti-âge par effet anti-radicalaire (anti-oxydante)
Phycocyanine, Fer, Vitamine B12	Stimulation du fonctionnement de la moelle osseuse et du métabolisme des globules rouges
Chlorophylle	Nettoyage, purification, détoxification et protection du système digestif (foie) et de tout l'organisme

7/ toxicité et surdosage

Les controverses toujours ouvertes sur la vitaminothérapie nous font craindre le risque de surdosage, même dans le cas de molécules d'origine naturelle.

La vitamine A présente certes une toxicité à forte dose, ce qui n'est pas le cas de son précurseur, le bêta-carotène. En effet, quelle que soit sa concentration, l'organisme ne transformera en vitamine A que la quantité de bêta-carotène nécessaire, le surplus éventuel étant éliminé sans risque de surdosage.

En ce qui concerne les métaux lourds, la spiruline d'origine naturelle peut présenter une certaine contamination liée à la nature géologique des régions où elle croît. Or, la spiruline commercialisée en Europe provient exclusivement de bassins industriels ou artisanaux dont les milieux de culture sont strictement contrôlés et exempts de tout contaminant chimique.

Quant à l'éventuelle contamination microbiologique, elle est impossible dans une culture habituelle, puisque le milieu utilisé présente des conditions de vie telles (pH fortement basique) qu'aucune bactérie autre que la spiruline ne peut s'y développer.

La spiruline a pendant des siècles servi d'alimentation traditionnelle au peuple tchadien des Kanembous et aux Aztèques mexicains de la vallée du Texcoco, sans que jamais ne soit décrite dans la littérature une seule complication pour surdosage.

8/ conclusions

La recherche scientifique a abondamment démontré l'intérêt exceptionnel présenté par la spiruline dans le cadre de la lutte contre les maladies infectieuses et le cancer, tant à titre préventif que curatif. Les nombreuses études réalisées à ce jour ont permis d'approfondir nos connaissances sur la composition de la spiruline (protéines, vitamines B et E, oligo-éléments, acides gras essentiels, bêta-carotène, molécules polysaccharidiques, phycocyanine) et d'expliquer les mécanismes d'action de ces divers composants.

Nous retiendrons schématiquement les propriétés suivantes :

1 - effets des anti-oxydants (bêta-carotène, vitamine E, zinc, sélénium) :

- effet anti-radicalaire puissant, empêchant les ravages dus aux radicaux libres (vieillesissement cellulaire accéléré, cancérisation).

2 - effets dus à la phycocyanine :

- augmentation de la production de globules rouges, par une action similaire à celle de l'hormone érythropoïétine.

3 - effets dus aux polysaccharides (calcium-spirulan, métallothionéines...) :

- potentialisation de tout le système immunitaire, tant humoral spécifique que cellulaire non spécifique
- potentialisation du fonctionnement des organes impliqués dans le système immunitaire, moelle osseuse, thymus, foie, rate, système lymphatique...
- accélération de l'excrétion des substances radio-actives
- stimulation du système enzymatique « endonucléases » réparateur de l'ADN endommagé
- stimulation de l'activité des cellules tueuses naturelles ou NK dont la fonction est de détruire les cellules cancéreuses au fur et à mesure de leur apparition

- blocage de la pénétration de la membrane cellulaire par le virus, qui de ce fait ne peut plus se répliquer.

La spiruline présente deux autres intérêts majeurs dans le cadre d'un complément thérapeutique curatif destiné à des patients immuno-déprimés, et qui réside en sa totale innocuité et en l'absence absolue de risque de surdosage. Associée aux traitements habituels destinés aux cancéreux, aux séropositifs et à tous les malades en général, la spiruline n'entrera en compétition avec aucuns d'entre eux, potentialisant même leurs effets par son pouvoir immuno-stimulant. Tout permet de supposer que par son effet tonifiant et dynamisant sur un plan métabolique général, elle pourra même aider les patients à surmonter les effets secondaires inhérents aux thérapies allopathiques.

la chlorelle

1/ biologie

La **chlorelle** est une algue uni-cellulaire d'eau douce existant depuis déjà bien avant l'arrivée de l'Homme. Elle fut découverte en 1890 par un biologiste hollandais Martinus Beijerinck, qui fut fasciné par son contenu en **chlorophylle** et par la présence d'un élément lui conférant un taux de multiplication élevé, le **CGF** (*Chlorella Growth Factor* ou facteur de croissance chlorelle).

Depuis, la **chlorelle** n'a cessé de générer un intérêt considérable dans les milieux scientifiques, puisque des instituts aussi prestigieux que la fondation Rockefeller et la NASA l'étudient minutieusement.

En effet, la **chlorelle** contient plus de 60% de protéines et produit des vitamines (A, bêta-carotène, B, C, E, K) et des minéraux dont le calcium, le fer, le phosphore, le manganèse et le zinc.

En outre, elle renferme des éléments inestimables, **chlorophylle**, **CGF** et **membrane cellulaire**, qui à eux trois possèdent deux types d'action : **détoxication et régénération**.

Contrairement à une idée couramment admise, la chlorelle n'est pas une proche cousine de la spiruline.

En effet, la spiruline appartenant à la famille des cyanobactéries est un organisme microbien donc procaryote, c'est-à-dire dont le noyau n'est pas individualisé par une membrane nucléaire. La chlorelle est une algue microscopique à part entière, organisme eucaryote disposant d'un noyau nettement individualisé par une membrane, riche en chlorophylle et en cellulose.

Certains biologistes pensent qu'au cours de son évolution, les cellules de chlorelle ont phagocyté des cellules de spiruline qui au sein du cytoplasme de la chlorelle se seraient différenciées en organites intracytoplasmiques, les hétérocystes capables de fixer l'azote de l'atmosphère.

2/ composition

1/ composition globale

Protéines jusqu'à 62%

Vitamines du groupe B impliquées dans tous les métabolismes, le fonctionnement du système nerveux et du système immunitaire

Vitamine B12 qui ne se trouve habituellement que dans la viande rouge

Vitamine C anti-oxydante

Fer à forte concentration, le seul fer végétal et qui soit bio-disponible

Calcium en quantité importante

Potassium et magnésium

Chlorophylle 4,34%, la plus forte concentration connue

Anti-oxydants à forte concentration, bêta-carotène, vitamine E

CGF ou Chlorella Growth Factor, ou facteur croissance chlorelle potentialisant la croissance cellulaire.

3/ composition quantitative (pour 100 grammes)

Potassium 864 mg

Magnésium 308 mg

Eau 3,5 grammes

Caroténoïdes 155 mg

Protéines 61,9 grammes

Calcium 125 mg

Fibres 3 grammes

Fer 120 mg

Chlorophylle 4,34 grammes

Vitamine A 40 200 U.I.

Chlorella Growth Factor 20,4%

Vitamine E 17,2 mg

Vitamine B1 1,03 mg

Acides aminés : 18 acides aminés présents

Vitamine B2 4,93 mg

Vitamine B6 2,23 mg

Vitamine B12 3,3 microg

Vitamine C 91 mg

3/ intérêt nutritionnel et thérapeutique

CGF, chlorophylle et membrane cellulaire

La chlorelle est une algue microscopique d'eau douce riche en protéines (tous les acides aminés essentiels sont représentés), vitamines, oligo-éléments... Mais sa principale originalité consiste en son extrême richesse en trois éléments originaux responsables de son extraordinaire pouvoir de détoxification et de régénération (surtout hépatique) :

- **le CGF, ou *Chlorella Growth Factor***, facteur de croissance chlorelle, riche en acides nucléiques, qui accélère les mécanismes de réparation cellulaire notamment au niveau du foie
- **la chlorophylle**, à haute dose – la plus forte naturellement représentée – et qui est un excellent nettoyant et purifiant de tout le système digestif
- **la membrane cellulaire**, non digeste par l'homme par manque d'enzymes spécifiques, et qui accélère la fixation et l'élimination des toxines et des métaux lourds.

DETOXICATION

La **chlorophylle**, avec une concentration de 4,34%, la plus forte naturellement observée (0,2% seulement pour l'alfalfa ou luzerne), contribue au nettoyage de notre système digestif, procurant ainsi une sensation de bien-être.

La **membrane cellulaire**, qui présente la faculté de fixer les métaux lourds et les produits chimiques. N'étant pas digérée elle en assure ensuite le rejet par les voies naturelles.

La **chlorelle**, par exemple, est prescrite en Suède et en France par les dentistes pour favoriser l'élimination des faibles quantités de mercure émises par les amalgames. Malheureusement rares encore sont dans le monde les pays où les praticiens se soucient autant de la protection de leurs patients.

REGENERATION

Le **CGF** ou facteur croissance chlorelle provient du noyau de la cellule et confère à la **chlorelle** un taux de multiplication très rapide.

Il possède en particulier des concentrations importantes en acides nucléiques, ADN et ARN indispensables à la division, la multiplication et la croissance cellulaires.

Le CGF représente 20,4% du poids de **chlorella corsa**.

mise en garde concernant la qualité de la chlorelle

Il existe sur le marché des chlorelles provenant de pays où les normes de sécurité sont insuffisantes eu égard à la législation européenne. La chlorelle faisant preuve d'une grande affinité pour les métaux lourds – c'est ce qui fait un de ses intérêts majeurs – elle est très souvent contaminée et impropre à la consommation.

qui doit prendre de la chlorelle ?

Nous sommes tous concernés par les intoxications, qu'elles soient dues aux métaux lourds ou aux autres toxines. Mercure, peintures au plomb, dioxine provenant des incinérateurs, pollutions industrielles et domestiques...

Même dans nos campagnes les plus reculées et apparemment saines, nous ne sommes pas à l'abri des pollutions véhiculées par les hauts courants atmosphériques... Souvenons-nous de Tchernobyl et du nuage qui, malgré les propos rassurants des pouvoirs publics, a franchi nos frontières pour polluer les sols occidentaux.

La posologie conseillée est de deux comprimés pendant 10 jours (un le matin et un le soir), puis 6 comprimés par jour pendant 10 jours (deux le matin, deux le midi, deux le soir). Cette augmentation progressive permettra d'éviter une possible crise curative.

La FDA (*Federal Drug Administration*) a confirmé après étude l'innocuité totale de la chlorelle, même à des doses très élevées (4000 comprimés par jour !).

qu'est-ce que la crise curative ?

A doses élevées (10 grammes par jour et plus), la chlorelle peut provoquer une crise curative anodine (maux de tête et/ou vertiges légers, nausées passagères).

Pour les adeptes de la chlorelle, ces « petits ennuis » sont le signe que le « grand nettoyage organique » est en cours. Aux doses prescrites, ces inconvénients ne doivent en principe pas se produire. Le cas échéant, suspendre le traitement pendant quelques jours, puis reprendre à raison de deux comprimés par jour jusqu'à épuisement de la boîte.

Nous restons personnellement sceptiques par rapport à ces réactions biologiques, qui pourraient éventuellement signifier une action toxicologique provoquée par la libération dans la circulation générale de métaux lourds « réactivés ».

Compte tenu du fait qu'il existe dans la nature d'autres actifs détoxifiants comme la coriandre ou l'ail des ours, nous pensons qu'il est préférable d'abandonner la cure de chlorelle à la survenue du moindre désagrément, en vertu d'un élémentaire principe de précaution.

4/ références scientifiques

Depuis près de 50 ans, les japonais qui sont au monde les plus sensibilisés au problème de la pollution, emploient régulièrement la chlorelle pour se purifier l'organisme.

La chlorelle qu'ils consomment est régulièrement contrôlée et agréée par le très officiel Laboratoire Japonais de Recherche Alimentaire. Ce qui prouve bien s'il en était besoin la nécessité d'une vigilance extrême quant à la pureté toxicologique et microbiologique des compléments alimentaires.

LUC PRINCEP, naturopathe, revue l'essentiel, 3 bis rue bleue, 75009 Paris :

« De nombreuses études ont démontré que la membrane cellulaire s'associe naturellement aux métaux lourds comme le plomb, le cadmium, l'uranium, le mercure...

Le pouvoir fixant de la chlorelle est tellement puissant que les scientifiques américains et japonais étudient la chlorelle pour récupérer

les déchets industriels riches en métaux précieux. Par ailleurs des chercheurs japonais ont également montré que la chlorelle peut détoxiquer des patients contaminés par différents insecticides d'hydrocarbure chloré comme le PCB ou le chlordecone. »

ICHIMURA S., General Meeting of the Pharmaceutical Society of Japan, Okuruku Branch, Toyama City, Japon, 27 octobre 1973 :

“L’absorption quotidienne de chlorella par l’animal cobaye augmente de trois fois l’élimination du cadmium dans les selles et de sept fois dans les urines.”

Docteur JENSEN BERNARD, Chlorella : Gem of the Orient, Escondido, California, Jensen Publications, 1987 :

« Les nutriments de la Chlorella peuvent accélérer le taux de nettoyage des intestins, du sang et du foie, par l’apport de la chlorophylle. De plus, le CGF accélère le taux de guérison de n’importe quel foie endommagé. »

BURGI E., Das Chlorophyll als Wachstumsstoff Kli. WachenStr. 9, N789, 26 avril 1930:

« la Chlorophylle favorise la reconstitution tissulaire et cellulaire. »

Dr HASUDA et Dr MITO, Scientific Japanese Society, 1966 :

« La chlorelle accélère le processus de cicatrisation de certains patients souffrant de plaies récalcitrantes, qui ne réagissaient plus aux antibiotiques. »

Surrey and Morse Federal Drug Administration Petition for the Importation of the Chlorella; et DAM R. et LEE S.: Utilization of Algae as a Protein Source for Humans, J. Nutrition 86, pp 376 – 382, 1965:

“La chlorella n’affecte pas la prise de médicaments, même homéopathiques, et elle est dépourvue d’effets indésirables, même à forte dose (4000 comprimés par jour !) ».

Odontella aurita

Comme la chlorelle, *Odontella aurita* est une algue verte mais qui existe naturellement depuis des milliers, voire des millions, d'années sur nos côtes françaises.

Cette algue microscopique présente de grands intérêts alimentaires, du fait de la présence dans sa composition d'éléments nutritifs précieux :

- le silicium, dont on a vu qu'il était un élément indispensable à la vie
- la chlorophylle
- les caroténoïdes, dont le bêta-carotène et la fucoxanthine (particulièrement active dans les mécanismes du bronzage)
- les vitamines E, C, B2, B6, PP
- de nombreux minéraux et oligoéléments liés à son origine marine
- une proportion prépondérante (29% des AG totaux) d'acides gras omega 3 dont on sait qu'ils sont fortement carencés dans notre alimentation.

Odontella aurita serait donc un complément alimentaire intéressant si toutefois son coût prohibitif ne poussait pas les distributeurs à la conseiller à des posologies qui nous semblent inutiles parce qu'insuffisantes quantitativement.

***Aphanizomenon floes aquae* ou algue bleue verte afa**

L'afa comme la spiruline est une cyanobactérie qui croît naturellement dans les eaux du lac Klamath en Oregon.

Cet habitat naturel est situé à mille mètres d'altitude, au beau milieu d'une chaîne de montagnes d'origine volcanique, coincé entre le mont Shasta au sud et le mont Mazama au nord.

Le lac Klamath couvre une superficie de 250 km² dont les eaux sont colonisées par l'afa, de même que le réseau hydrique important qui s'y draine.

L'afa est riche en protéines, particulièrement en acides aminés essentiels (arginine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophane, valine), chlorophylle, minéraux et oligoéléments, vitamines E, du groupe B, bêta-carotène et AG essentiels.

Elle contient également des acides aminés non essentiels, mais son intérêt majeur réside dans sa teneur significative en phényléthylamine ou PEA, neurohormone ou neurotransmetteur associé à la gestion des émotions liées au plaisir, à la joie, à l'amour.

D'origine endogène, la PEA est fabriquée par le cerveau où elle agit en augmentant le taux de dopamine et de norépinéphrine.

Le taux cérébral en PEA augmente sous l'action du plaisir, de la joie et des sentiments amoureux, ainsi que dans le cerveau des sportifs soumis à un effort intense et prolongé (course de fond, musculation).

Dans l'alimentation, on la trouve surtout dans le chocolat, ce qui pourrait expliquer l'action antidépressive de celui-ci (action qui ne saurait reposer sur la seule richesse en magnésium).

Malheureusement la polémique reste posée d'une possible toxicité de cette algue, du fait de la libération possible de certaines toxines dont

plusieurs seraient hautement cancérigènes, hépatotoxines, neurotoxines, dermatotoxines et cytotoxines.

La contestation est en fait d'ordre taxonomique, et les spécialistes ont bien du mal à se mettre d'accord.

Pour l'Institut Pasteur, les variétés *Aphanizomenon flos aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena flos aquae* sont des espèces différentes les unes des autres et toutes toxiques.

Pour d'autres chercheurs, *Aphanizomenon flos aquae* est nettement différente de *Anabaena flos aquae* qui seule serait toxique.

Pour d'autres encore, *Aphanizomenon* et *Anabaena* ne sont qu'une seule et même espèce sous deux formes légèrement modifiées.

La seule certitude que l'on ait concerne la toxicité d'*Anabaena flos aquae*, et sa forte ressemblance avec *Aphanizomenon flos aquae* nous incite à penser que sauf à pratiquer des contrôles réguliers dans les eaux où croissent ces cyanobactéries, il est bien difficile d'être assuré d'une totale innocuité des afa commercialisées.

Alsidium helminthocorton **ou mousse de Corse**

De la famille de RHODOMELACEES, appelée aussi coralline de Corse, varech vermifuge, dentelle de Vénus.

Nous ne la citons pas que par chauvinisme mais aussi parce qu'elle est un bel exemple d'une utilisation vernaculaire très ancienne récupérée par les praticiens modernes.

Victor Hugo en faisait venir directement de Bastia pour revitaliser ses enfants chétifs et contaminés par les parasites intestinaux.

Son action principale mentionnée par les recherches en ethnomédecine est vermifuge, efficacité connue depuis plus de 2000 ans et jusqu'au moyen-âge, oubliée puis redécouverte en 1775 par un médecin corse, le Docteur Stephanopoli.

Composée d'une matière gélatineuse mélange d'oléine (triglycéride naturel provenant de la triestérification de l'acide oléique par le glycérol) et de myristine (molécule lipidique présente surtout dans l'huile de noix de muscade), des sels de calcium, de fer, de sodium, et des traces d'iode.

Pour Valnet, elle peut être utilisée par voie interne comme vermifuge doux et comme stimulant thyroïdien, donc contre les ascaris et les oxyures, et contre le goitre.

En usage externe, toujours selon Valnet, elle serait anti-inflammatoire contre les adénites et les engorgements glandulaires, en cataplasmes chauds formés d'un mélange de mousse de Corse et de son.

En usage interne on l'utilise sous forme de décoctions à raison de 30 grammes pour un litre d'eau bouillante (Cazin recommande une décoction de trois heures et trois tasses par jour en prises espacées).

On peut également la sécher et la réduire en poudre que l'on administrera à raison d'un gramme par jour à donner aux enfants le matin à jeun, mêlée à de l'eau, du bouillon, une infusion.

La décoction pourra également être administrée sous forme de lavement vermifuge.