

la spiruline

**cours/conférence 2007
duménat phyto-aromathérapie
faculté de médecine Paris XIII, Bobigny**

Christophe Girardin-Andréani

I/ 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.

II/ 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.

III/ 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, palmitoléïque, oléïque, 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, uivre 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**

IV/ 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.

V/ les effets thérapeutiques :

1/ 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).

2/ 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).

3/ 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.

4/ 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.

5/ 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).

7/ 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 Deseases [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 vieillissement accéléré 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.

9/ 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.

10/ 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.

VI/ principales indications de la spiruline

Elles sont multiples et découlent de la composition.

1/ 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 ?

2/ 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.

3/ 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.

4/ 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.

5/ personnes contaminés :

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

6/ 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.

7/ états de fatigue, stress, enfants en croissance :

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

8/ 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.

9/ 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

VII/ 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.

VIII/ 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'expliciter 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 (vieillesse cellulaire accélérée, 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, métallo-thionéines...) :

- 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.