

La spiruline : aliment santé ?



Mémoire de Déborah CHARLEMAGNE

**DIU Alimentation Santé et Micronutrition de la faculté de
pharmacie de Dijon**

Année 2007/2008

Table des matières

<u>1. Introduction.....</u>	<u>3</u>
<u>2. Qu'est ce que la spiruline ?.....</u>	<u>3</u>
<u>3. Cartographie nutritionnelle de la spiruline.....</u>	<u>3</u>
<u>4. Les éléments nutritifs remarquables de la spiruline</u>	<u>5</u>
<u>4.1 Les protéines.....</u>	<u>5</u>
4.1.1 Composition et valeur biologique.....	5
4.1.2 Utilisation protéique nette (NPU).....	6
4.1.3 Efficacité Protéique (PER).....	6
<u>4.2 Les acides gras.....</u>	<u>6</u>
<u>4.3 Les glucides.....</u>	<u>7</u>
<u>4.5 Les vitamines.....</u>	<u>7</u>
4.5.1 Les vitamines liposolubles.....	7
4.5.1.1 Pro vitamine A.....	7
4.5.1.2 Vitamine E.....	8
4.5.2 Les vitamines hydrosolubles.....	8
4.5.2.1 Vitamine B1.....	8
4.5.2.2 Vitamine B2.....	8
4.5.2.3 Vitamine B12.....	9
<u>4.6 Les minéraux et oligo-éléments.....</u>	<u>9</u>
4.6.1 Calcium.....	9
4.6.2 Magnésium.....	9
4.6.3 Phosphore.....	10
4.6.4 Fer.....	10
4.6.5 Zinc.....	10
4.6.6 Selenium.....	11
<u>4.7 Les pigments.....</u>	<u>11</u>
<u>5. Conclusion.....</u>	<u>12</u>
<u>6. Bibliographie.....</u>	<u>13</u>

1. Introduction

Complément alimentaire du futur, énergisante, bourrée de nutriments, des propriétés anti-âge et anti-cancer, permettant même de contrôler son poids ou de construire du muscle!

La spiruline semble bonne à tout faire et convenir à tout le monde. Difficile alors d'y croire et de ne pas y voir un nouveau produit miracle sponsorisé par un effet de mode

Alors, que vaut vraiment la spiruline?

Ce mémoire va tenter de mettre en avant les atouts et faiblesses de cette micro-algue qui envahie peu à peu nos assiettes et celles des pays souffrant de malnutrition.

2. Qu'est ce que la spiruline ?

La spiruline est une micro algue d'eau douce appartenant à l'embranchement des cyanobactéries ou cyanophycées. Datant d'il y a environ 3,5 milliards d'années, la spiruline fait partie de ces organismes simples auxquels nous devons l'apparition de l'oxygène sur Terre.

Son biotope est assez particulier pousse naturellement dans des lacs aux eaux natronées et alcalines. Consommée depuis des temps ancestraux par les Aztèques, elle l'est encore aujourd'hui par les kanembous, peuplade tchadienne qui la récolte dans son milieu naturel.

La spiruline est apparue en France vers les années 70 et à d'abord séduit les milieux aux régimes alimentaires particuliers tels que les végétariens ou culturistes.

Une explosion de sa consommation et production en France s'est fait ces trois dernières années, suscitant de plus en plus d'intérêts.

La spiruline à été classée par le Service d'Hygiène en 1989 comme aliment.

3. Cartographie nutritionnelle de la spiruline

Les valeurs données ci-après sont des valeurs moyennes car la composition nutritionnelle de la spiruline est variable d'une ferme à une autre et dépendante du milieu de culture mis en place par l'algoculteur.

Nous avons pris l'analyse de Spiruline geitleri cultivée au Mexique contenant 60% de protéines brutes.

Les valeurs moyennes pour 10g de spiruline sèche sont :

Protéines Acides aminés essentiels	
Isoleucine	580 mg
Leucine	817 mg
Lysine	493 mg
Méthionine	265 mg
Phénylalanine	462 mg
Thréonine	530 mg
Tryptophane	137 mg
Valine	700 mg
TOTAL	3984 mg

Acides aminés non essentiels	
Alanine	820 mg
Arginine	743 mg
Acide aspartique	905 mg
Cystéine	93 mg
Acide glutamique	1259 mg
Glycine	487 mg
Histidine	148 mg
Proline	418 mg
Serine	530 mg
Tyrosine	300 mg
TOTAL	5703 mg

Acides gras

Palmitique (16 : 0)	244 mg
Palmitoléique (16 : 1) omega 6	33 mg
Stéarique (18 : 0)	8 mg
Oléique (18 : 1) omega 6	12 mg
Linoléique (18 : 2) omega 6	97 mg
Gamma-linolénique (18:3) oméga 6	100 mg
Alpha-linolénique (18 : 3) omega 3	7 mg
Autres	7 mg

Les glucides

Rhamnose	9,0 %
Cyclitols	2,5 %
Glucosamine	2,0 %
Glucane	1,5 %
Glycogène	0,5%
Acide sialique et autres	0,5%

Vitamines, minéraux et oligo-éléments

Vitamine	Quantité	% de l'apport nutritionnel conseillé
Provitamine A (bêta-carotène)	14 mg	1000 %
Vitamine B1 (thiamine)	0,35 mg	30 %
Vitamine B2 (riboflavine)	0,4 mg	30 %
Vitamine B3 (niacine)	1,4 mg	9 %
Vitamine B5 (acide pantothénique)	0,01mg	0,2 %
Vitamine B6 (pyridoxine)	0 001mg	4 %
Vitamine B7 (Inositol)	6,40 mg	
Vitamine B8 (biotine)	0.50 µg	0,5%
Vitamine B9 (acide folique)	1µg	2.5%
Vitamine B12	32µg	1000 %
Vitamine E (a-tocophérol)	1mg	10 %
		-
Minéraux, oligo-élément		
Calcium	100 mg	83 %
Fer	18 mg	100 %
Zinc	300 µg	2 %
Phosphore	80 mg	10 %
Magnésium	40 mg	13 %
Cuivre	120 µg	6 %
Sodium	60 mg	1 %
Potassium	140 mg	5 %
Manganèse	500 µg	10 %
Chrome	28 µg	48 %
Sélénium	2 µg	3.5 %

* selon les critères américains

Les « pigments »

Phycocyanine (bleu)	1500 – 2000 mg
Chlorophylle (vert)	115 mg
Caroténoïdes (orange)	37 mg
Béta-carotène	14 mg

4. Les éléments nutritifs remarquables de la spiruline

4.1 Les protéines

4.1.1 Composition et valeur biologique

La spiruline a une teneur en protéines variant entre 50 et 70%. Cette teneur dépend notamment de la période de la journée à laquelle elle est récoltée, la souche, le milieu de culture. La teneur en protéines sera plus importante si la récolte a été effectuée le matin (Van Rijn, 1986 ; AFAA, 1982).

Lorsque l'on regarde le spectre des acides aminés présents, on retrouve tous les acides aminés essentiels qui représentent un poids de 41% par rapport au poids total de tous les acides aminés présents. On peut donc dire que les protéines de la spiruline sont complètes.

Si l'on regarde plus en détails les acides aminés, on remarque que :

- la méthionine et la cystéine, acides aminés soufrés (AFAA, 1982 ; Bujard, 1970 ; Clément, 1967) sont assez faiblement représentés dans l'aminogramme (à 80% de la valeur conseillée par la FAO) La référence étant celle l'albumine de l'œuf et la caséine. Il sera donc judicieux de compléter l'apport en spiruline par des aliments riches en ces deux aminoacides : riz, millet, blé avec des lentilles, pois chiches par exemple. Ce qui permettra dans le même temps d'optimiser la valeur biologique de la spiruline déjà assez élevée.

- la présence d'acides aminés précurseurs de neurotransmetteurs dont en particulier le tryptophane, précurseur d'indolines : la sérotonine et la mélatonine, la tyrosine, précurseur des catécholamines : la dopamine et la noradrénaline et le glutamate, excitateur et précurseur du gamma-aminobutyrate (GABA)
- l'histidine précurseur de l'histamine, une amine biogène aux multiples fonctions ayant notamment des rôles dans la sécrétion d'acide gastrique, dans la réponse immune et dans les processus inflammatoires.
- les acides aminés à chaîne ramifiée : leucine, valine, isoleucine sont représentés en quantité non négligeable. Ils interviennent dans la stimulation des fonctions cérébrales et favorisent la régénération et la réparation du tissu musculaire.

Les protéines ont également d'autres rôles :

- Action sur la prise alimentaire et des effets sur la satiété
- Actions bactéricides, renforcement des défenses immunitaires de l'intestin entre autres.

4.1.2 Utilisation protéique nette (NPU)

C'est la fraction de l'azote retenu par rapport à l'azote ingéré. Elle se résume au produit de la digestibilité qui est la proportion d'azote protéique absorbée par l'indice chimique, qui dépend de la composition en acides aminés.

Pour la spiruline, la NPU est estimée dans la littérature entre 53 et 61% soit 85 à 92% de celle de la caséine (Ciferri, 1983 ; Ciferri, 1985 ; Santillan, 1974).

Il faut dire que la spiruline ne présente pas comme les végétaux de parois cellulosiques mais une enveloppe de muréine relativement fragile (AFAA, 1982 ; Bujard, 1970 ; Challem, 1981 ; Furst, 1978) qui lui une très bonne digestibilité de l'ordre de 83 à 90% (caséine pure 95,1%) (Dillon, 1993 ; Santillan, 1974).

4.1.3 Efficacité Protéique (PER)

Il s'agit du gain de poids de l'animal ou de l'individu, divisé par le poids de protéines ingérées. Ces mesures sont, en général, effectuées sur le rat en croissance. Les protéines de référence sont la lactalbumine ou la caséine (WHO, 1973)

La valeur PER de la spiruline, déterminée chez le rat en croissance est estimée, suivant les auteurs, entre 1,80 et 2,- (Furst, 1978 ; Santillan, 1974 ; Sautier, 1975), la valeur PER de la caséine étant de 2,5.

La vitesse de croissance de rats recevant des spirulines comme seule source de protéines est supérieure ou égale à celle des rats témoins. De plus, après supplémentation en acides aminés essentiels, les rats recevant des spirulines ont fixé, pour une même quantité d'énergie métabolisable, des quantités de protéines égales ou plus importantes que les rats témoins. Ces résultats indiquent une bonne utilisation métabolique des acides aminés des spirulines, ce qui est encore confirmé par les teneurs en acides aminés libres trouvés dans le sang et les muscles des animaux testés. (Vermorel, 1975).

4.2 Les acides gras

La spiruline a une teneur en lipides de 5 à 7% de son poids.

Elle est principalement constituée d'acides gras insaturés de type oméga 6.

L'acide gamma linoléique (AGL), représenté majoritairement, est le précurseur en présence de vitamine B6 de l'acide dihomogamma-linoléique et de l'acide arachidonique qui permettront la synthèse de prostaglandines de type 1 et 2, de tromboxanes et leukotriènes.

Ce qui est d'autant plus remarquable que les sources de AGL sont assez rares dans les aliments. Le corps le synthétise à partir de l'AL (acide linoléique), mais plusieurs obstacles peuvent nuire à cette conversion : l'excès de cholestérol, l'alcool, le vieillissement et le diabète, par exemple. Directement assimilable par l'organisme sous forme d'AGL, le rôle de cet acide gras est essentiel dans les réactions inflammatoires et immunitaires.

L'acide dihomogamma-linolénique (DGLA) est un dérivé de l'AGL dont la seule source directe connue est le lait maternel. Il se transforme en eicosanoïdes de série 1 qui contribuent à la protection des artères et du cœur, stimulent l'immunité et ont des effets anti-inflammatoires.

Il existe d'autres acides gras essentiels comme l'acide linoléique (AL, oméga 6). L'acide palmitique est également représenté en quantité non négligeable, à hauteur de 48%. Cet acide gras est abondant dans toutes les graisses et huiles animales ou végétales. Sa teneur ainsi que celles des autres acides gras dans la spiruline peut varier d'un échantillon à l'autre.

4.3 Les glucides

Les glucides représentent 15 à 25% du poids de la spiruline sèche. Ils sont constitués principalement de polymères dont le rhamnose, le glycogène et le glucane. Ces glucides sont facilement assimilés par l'organisme et avec un minimum d'intervention de l'insuline. Ils fournissent une énergie quasi-instantanée, sans fatiguer le pancréas et sans précipiter l'hypoglycémie.

On retrouve également des glucosamines provenant de la paroi cellulaire des spirulines qui sont des bactéries Gram positives. Relativement fragiles, ces parois rendent le contenu cellulaire accessible aux enzymes de la digestion.

Il est aussi à noter qu'un autre glucide de la spiruline, le méso-inositol phosphate, est intéressant d'un point de vue nutritionnel car il est une excellente source de phosphore organique ainsi que d'inositol. Cette teneur en inositol est environ huit fois celle de la viande de bœuf et plusieurs centaines de fois celle des végétaux qui en sont les plus riches.

Les cyclitols sont présents en quantité importante et pourraient avoir un effet décalcifiant à une telle teneur, si les spirulines n'étaient pas si riches en calcium.

A noter également que les polysaccharides de la spiruline auraient des effets de stimulations des mécanismes de réparation de l'ADN (Pang, 1988) et des propriétés immunostimulantes et immunorégulatrices (Baojiang, 1994 ; Evets, 1994 ; Zhang, 1994)

4.5 Les vitamines

4.5.1 Les vitamines liposolubles

4.5.1.1 Pro vitamine A

Le β carotène représente entre 40 et 80% des caroténoïdes présents dans la spiruline, le reste étant composé principalement de xanthophylle, cryptoxanthine, échinénone, zéaxanthine et lutéine (Palla, 1969). On trouve entre 700 et 2000 mg de bêta carotène et environ 100 à 600mg de cryptoxanthine par kilo de spiruline sèche (Careri, 2001), ces deux caroténoïdes sont convertibles en vitamine A par les mammifères.

La quantité de caroténoïdes est dépendante des techniques de séchage utilisées et de la granulométrie ces derniers sont sensibles à l'oxydation.

Les caroténoïdes de la spiruline sont d'une bonne biodisponibilité (Gireesh, 2004) et pourront être convertis en vitamine A en fonction des besoins de l'organisme sans risque d'hypervitaminose.

Ils interviennent dans la prévention des cancers, sur la vue crépusculaire et sur la croissance.

4.5.1.2 Vitamine E

La spiruline comporte environ 8% de vitamine E avec une variabilité notamment au regard du séchage. La vitamine E est sensible à l'oxydation.

Cette teneur est remarquable car assez proche de celle des germes de blé.

Elle possède des propriétés antioxydantes notamment sur les acides gras insaturés. Ce qui pourraient expliquer la bonne conservation de ces derniers.

La vitamine E a également un rôle protecteur dans les maladies cardiovasculaires et de maintien des fonctions cognitives.

4.5.2 Les vitamines hydrosolubles

Vitamines du groupe B

4.5.2.1 Vitamine B1

La vitamine B1 se retrouve dans les germes de blé, dans la levure (comme celle de la bière), dans l'enveloppe du blé et du riz, dans le pain à grain entier, dans de nombreux légumes et fruits frais (en fait, on la retrouve en grande quantité dans toutes les cellules végétales). On la retrouve aussi dans le pollen, les fèves, les arachides, particulièrement avec leur peau et les légumineuses. L'organisme peut en fabriquer, mais seulement, à partir du tryptophane, mais de façon insuffisante.

C'est un coenzyme intervenant dans la glycolyse, la phosphorylation oxydative et à la dégradation des lipides. Elle joue un rôle dans la fabrication de l'hémoglobine et intervient avec les autres vitamines du groupe B dans le processus d'oxydation des cellules et leur fonction de "respiration".

La spiruline en apporte environ 30%, apport surtout intéressant pour les régimes monotones des pays souffrant de malnutrition mais peu dans nos pays industrialisés.

4.5.2.2 Vitamine B2

La spiruline est un apport non négligeable de vitamine B2 puisqu'elle en apporte environ, pour une dose journalière, 30%. La vitamine B2 intervient dans de nombreux processus. Elle a est un rôle protecteur contre l'oxydation. Elle intervient dans le cycle du glutathion, dans les maladies cardiovasculaires (homocystéine), dans le métabolisme des sucres, des lipides et des protides notamment mais également dans le déclin des fonctions cognitives.

Synthétisée en partie par le foie, elle se retrouve principalement dans les feuilles des végétaux chlorophylliens, mais aussi dans les céréales, le poisson, la viande, les fruits, etc.

4.5.2.3 Vitamine B12

La vitamine B12 se retrouve uniquement dans les produits animaliers. Ce qui amène bien souvent des carences aux personnes suivant des régimes alimentaires stricts tel que les végétariens.

La spiruline représente une source très intéressante de vitamine B12, puisqu'elle apporte la quantité recommandée par jour.

Néanmoins, il existe une controverse à propos de la biodisponibilité réelle du complexe B12 de la spiruline chez l'homme.

Suivant les souches, les teneurs en vitamine B12 active varient (Hau, 1995). La technique de dosage basée sur la chimiluminescence, permet de déterminer le contenu et l'identité des composés de la famille de la vitamine B12, les corrinoïdes (Watanabe, 1999, 2002) Il en résulte que le corrinoïde prédominant (83%) est une pseudo-B12 mais que la véritable vitamine B12 représente tout de même 17% des corrinoïdes totaux. Le composé prédominant ne semble pas avoir d'activité B12 chez l'homme mais n'interfère pas dans le métabolisme normal de la vitamine B12 (Watanabe, 1999).

De plus, il est établi désormais que bien d'autres sources alimentaires de vitamine B12 contiennent-elles aussi de fortes proportions d'analogues métabolisables par l'homme (Kondo, 1980 ; Kelly, 2005)

Donc la spiruline en reste néanmoins une source très intéressante de vitamine B12 utilisable par l'homme.

4.6 Les minéraux et oligo-éléments

4.6.1 Calcium

Le calcium est le constituant principal des os (environ 90%) qui est un tissu en perpétuel renouvellement. Son assimilation, nécessite de la vitamine D, des sucres fermentescibles et un rapport équilibré Ca/P et peut être, dans certaines conditions, limitée au niveau intestinal et rénal. Son rôle est capital pour la croissance, la régularisation du rythme cardiaque, le bon fonctionnement du système nerveux ou encore dans l'assimilation de certaines vitamines ou du fer. Mais le phénomène d'acidose peut dégrader considérablement le capital osseux.

La spiruline constitue une excellente source de calcium assimilable pouvant notamment être utilisée dans les cas d'intolérance au lactose ou de personnes consommant peu de produits laitiers.

4.6.2 Magnésium

Le magnésium est un élément ubiquitaire qui intervient comme co-facteur de presque toutes les enzymes des voies énergétiques, des réactions de phosphorylation-dephosphorylation, il favorise l'absorption du **calcium** par l'os, module la réactivité au stress, augmente l'activité du système immunitaire et a une action bénéfique sur de nombreux problèmes cardiaques (hypotension, arythmie, infarctus du myocarde...).

Au niveau alimentaire, le magnésium est principalement apporté par le cacao, les légumineuses secs, les eaux minérales et les fruits à coques. La spiruline représente une source naturelle biodisponible pour l'homme très intéressante en magnésium, entre autre par sa teneur en chlorophylle (Planes, 2002).

4.6.3 Phosphore

L'organisme contient environ 900mg de **phosphore**, dont 80 à 85% sont situés dans les os et les dents (associés au **calcium**), le reste entrant dans la composition des phospholipides (un type de graisses), constituants importants des membranes cellulaires.

Il est essentiel à presque toutes les réactions chimiques au sein des cellules, dans le métabolisme des graisses et des sucres, il aide à maintenir l'équilibre acido-basique dans l'organisme et en tant que constituant important de l'ATP, il permet la mise en réserve et la libération d'énergie.

Essentiellement présent dans les aliments riches en protéines, la spiruline en apporte naturellement une quantité non négligeable. De plus, le calcium, le phosphore et le magnésium sont présents dans la spiruline en quantités comparables à celles trouvées dans le lait. Les quantités relatives de ces éléments sont équilibrées ce qui exclut le risque de décalcification par excès de phosphore et en font une source intéressante.

4.6.4 Fer

Le fer est un minéral très répandu dans le corps. Ses rôles sont multiples, de la stimulation du système immunitaire à l'oxygénation du corps. Il a la particularité d'être assez rarement biodisponible dans les aliments d'origine végétale en contenant le plus (céréales complètes). Cause due bien souvent aux tanins et aux phytates qui empêchent sa métabolisation.

La spiruline a un taux de fer élevé qui s'est révélé tant chez le rat (Johnson, 1986 ; Kapoor, 1993b) que chez l'homme (Puyfoulhoux, 2001) d'une très bonne biodisponibilité. Cette dernière étude montre que le fer de la spiruline est mieux absorbé que celui de la viande, ce qui est exceptionnel pour un fer non-hémique.

Naturellement, la spiruline contient du fer mais l'ajout de sels de fer dans son milieu de culture augmente sa teneur qui peut alors doubler.

4.6.5 Zinc

Le zinc est un oligo-élément qui intervient dans le bon fonctionnement du système immunitaire chez les animaux supérieurs dont l'homme, dans la croissance et le développement cognitif.

Son absorption se fait au niveau de l'intestin grêle et sa biodisponibilité est réduite par l'absorption simultanée de phytates ou de tanins. Les meilleures sources sont en générale les protéines animales.

La quantité de zinc présente dans la spiruline varie d'un échantillon à l'autre et est conditionnée par l'apport de zinc dans la solution nutritive apportée dans les bassins de culture.

Naturellement, la spiruline en contient très peu mais un enrichissement à la culture peut en faire une source intéressante. La biodisponibilité du zinc de la spiruline n'a pas encore testée mais on peut soupçonner, au regard de la bonne biodisponibilité du fer et du magnésium, qu'il en sera de même pour le zinc.

4.6.6 Selenium

Le sélénium est l'oligo-élément antioxydant de référence qui semble agir en synergie avec la vitamine E dans la destruction des radicaux libres. En plus de ce rôle, il a une action importante sur l'immunité, la prévention des maladies cardio-vasculaires, la réduction des rhumatismes et la préservation de la vision.

Les doses de sélénium trouvées naturellement dans la spiruline sont bien en dessous des doses recommandées et d'une très bonne biodisponibilité.. Par contre, des expérimentations d'enrichissement de spiruline ont été effectuées. Il en résulte une spiruline fortement dosée qui pourrait poser des problèmes de surdosage à la consommation (sélénose) mais également une exposition dangereuse pour les ouvriers rajoutant ce sélénium dans les bassins de culture. Ces techniques sont rarement mises en place et si elles le sont, elles sont signalées par le vendeur.

4.7 Les pigments

La phycocyanine est constituée d'une structure protéique reliée à un chromophore. C'est un pigment assez rare dans la nature qui absorbe la lumière dans une longueur de 61 à 650 nanomètres.

Elle est représentée à environ à hauteur de 10 à 11% en moyenne dans la spiruline.

Appréciée comme colorant bleu naturel dans l'industrie agroalimentaires, de nombreuses recherches sont en cours pour connaître toutes ses propriétés.

Sa structure particulière lui confère des propriétés antioxydantes, antiradicalaires et détoxifiantes. La phycocyanine stimulerait également la production des globules rouges et des globules blancs.

La chlorophylle est un pigment essentiel de la photosynthèse puisqu'elle transforme l'énergie lumineuse en énergie chimique. Constituée d'un atome de magnésium en son centre, la chlorophylle est parfois comparée à l'hémoglobine qui possède quant à elle un atome de fer. La spiruline en contient environ 1%, ce qui stimulerait les fonctions de presque tous les organes.

Les caroténoïdes sont des pigments non azotés dont la coloration varie du jaune au rouge. La plupart des caroténoïdes sont des provitamines A indispensables aux hommes et aux animaux. La spiruline en contient entre 20 et 25 fois plus que les carottes. Le bêta carotène représente 80% des caroténoïdes présents.

Les caroténoïdes ont une action anti radicalaire. Ils participent également à la croissance et au développement de l'individu, ainsi qu'au maintien de la vision nocturne.

5. Conclusion

De nombreuses études restent encore à faire pour connaître et prouver les bienfaits de la spiruline sur la santé. Effet de mode certes nous ne pouvons le nier, mais surtout aliment santé utilisé et « abusé » à tort et à travers par des arguments de vente démesurés qui veulent lui attribuer toutes les vertus. La spiruline n'est, finalement, qu'un aliment d'une bonne densité nutritionnelle qui peut trouver sa place dans notre assiette pour palier nos carences alimentaires.

Nous ne faisons en France que redécouvrir la spiruline, utilisée par des peuplades anciennes ou non, mais surtout vouée à venir en aide aux populations souffrant de malnutrition.

Ces dernières décennies, nous ont, parfois malgré nous, conduites vers un état d'urgence de santé publique et de déséquilibre alimentaire où la spiruline trouve finalement sa place.

6. Bibliographie

- 1- AFAA (1982)
Association Française pour l'Algologie Appliquée
Actes du premier symposium sur la spiruline *Spirulina Platensis* (Gom.) Geitler de l'AFAA
- 2- Baojiang G. et al (1994)
Study of effect and mechanism of polysaccharides of spirulina on body immune function improvement
Proc. of second Asia Pacific Conf. on Algal Biotech. Univ. of Malaysia. pp33-38
- 3- Bujard-E, U. Braco U., Mauron J., Mottu F., Nabholz A., Wuhrmann JJ & Clément G. (1970)
Composition and Nutritive Value of blue Green Algae (*Spirulina*) and their Possible Use in food formulations
Analisis, 1999, 27, 533-540
- 4- Careri M, Furlattini L, Mangia A, Musci M, Anklam E, Theobald A, Von holst C (2001)
Supercritical fluid extraction for liquid chromatographic determination of caroténoids in *Spirulina Pacifica* algae : a chemometric approach
J Chromatography A 912: 61-71
- 5- Challem JJ, Passwater RA, Mindell EM (1981)
Spirulina
Keats Publishing, Inc. New Canaan, Connecticut
- 6- Cifferi O.(1983)
Spirulina, the edible microorganism
Microbiology Revue 47, 551-578
- 7- Cifferi O.(1985)
The Biochemistry and industrial Potential of *Spirulina*
Ann. Rev. Microbiology 39, 503-526
- 8- Dillon JC et Phan PA (1993)
Spirulina as a source of proteins in human nutrition
Bull. Inst. Oceano, Monaco, n°spécial 12, 103-107
- 9- Evets L., et al (1994)
Means to normalize the levels of immunoglobulin E, using the food supplement *Spirulina*
Grodenski State Medical Univ. Russian Federation Committee of Patents and Trade.
Patent (19)RU(11°2005486.Jan.15, 1994 Russia
- 10- Falquet J, Hurni JP (2006)
Spiruline aspects nutritionnels
Antenna Technologie

- 11- Fox R.D. (1980)
Algoculture : la spiruline
Edisud 1980
- 12- Furst PT (1978)
Spirulina
Human Nature, 1 (3), 60-65
- 13- Gershwin ME, Belay Amha (2007)
Spirulina in human nutrition and health
CRC Press
- 14- Gireesh T., Nair PP., Sudhakaran PR (2004)
Studies on the bioavailability of the provitamin A carotenoid, beta carotene, using
human exfoliated colonic epithelial cells
British Journal of Nutrition, Volume 92, Number 2, pp. 241-245 (5)
- 15- Hau R. (1995)
Vitamin B12 in der Mikroalge spirulina platensis
Fit fürs Leben 1, 29
- 16- Johnson P et Shubert E. (1986)
Availability of iron to rats from spirulina, a blue-green algae
Nutrition Research 6, 85-94
- 17- Kapur R, Mehta U (1993b)
Iron status and growth of rats fed different dietary iron sources
Plants Foods Hum Nutr 44:29-34
- 18- Kelly RJ, Gruner TM, Furlong JM, Sykes AR (2005)
Analysis of corrinoïds in ovine tissues
Blomed Chromatography, Volume 20, Issue 8, Pages 806-814
- 19**-Kondo H, Kolhouse JF. Et Allenn H. (1980)
Presence of cobalamin analogues in animal tissues
Proc. Natl. Acad. Sci. USA vol.77, N°2, pp. 817-821
- 20- Palla JC & Busson F (1969)
Etude des caroténoïdes des Spirulina Platensis (Gom.) Geitler (Cyanophycées)
C.R. Acad. Sc. Paris, t.269 p.1704-1707
- 21- Pang QS ; Guo BJ ; Ruan JH (1988)
Enhancement of endonuclease activity and repair DNA synthesis by polysaccharide of
spirulina platensis
I Chuan Hsueh Pao. 1988; 15 (5): 374-81
- 22- Pierlovisi C., (2007)
L'homme et la spiruline : un avenir commun?
Thèse de doctorat en pharmacie, université Paris V

- 23**-Planes P., Rouanet J.M.1 ; Laurent C. ; Baccou J.-C. ;Besancon P. ; Caporiccio B. (2002)
Magnesium bioavailability from magnesium-fortified spirulina in cultures human intestinal Caco-2 cells
Food chemistry , Volume 77, Number 2, pp. 213-218(6)
- 24- Puyfoulhoux G, Rouanet JM, Besançon P, Baroux B, Baccou JC, Caporiccio B (2001)
Iron availability from iron-fortified spirulina by an in vitro digestion/caco-2 cell culture model
J Agric Food Chem 49:1625-9
- 25- Santillan C (1974)
Cultivation of the spirulina for human consumption and for animal feed
International congress of food science and technology, Madrid (Spain)
- 26- Sautier C et Trémollières J. (1975)
Valeur alimentaire des algues spirulines chez l'homme
Ann. Nutr. Aliment. 29, 517-533.
- 27- Vermorel M., Toullec G., Dumond D. et Pion R. (1975)
Valeur énergétique et protéique des algues bleues spirulines supplémentées en acides aminés : utilisation digestive et métabolique par le rat en croissance
Ann. Nutr. Aliment. 29, 535-552
- 28- Vidalo JL (2008)
Spiruline l'algue bleue de santé et de prévention
Dauphin édition
- 29- Watanabe F, Katsura H, Takenaka S, Fujita T, Abe K, Tamura Y, Nakatsuka T, Nakano Y (1999)
Pseudovitamin B12 is the predominant cobamide of an algal health food, spirulina tablets
Agric Food Chem. 47(11):4736-41
- 30- Watanabe F, Takenaka S, Kttaka-Kaatsura H, Ebara S, Miyamoto E. (2002)
Characterization and bioavailability of vitamin B12-compounds from edible algae
J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo), 48(5):325-31
- 31- WHO (1973)
Energy et Protein Requirement
World Health Organization, Techn. Rep. Ser., N°522, Geneva
- 32**-Zhang Cheng-Wu, et al. (1994)
Effects of polysaccharide and phycocyanin from spirulina on peripheral blood and hematopoietic system of bone marrow in mice
Proc. of second asia pacific conf. on algal biotech. Univ. of Malaysia

