

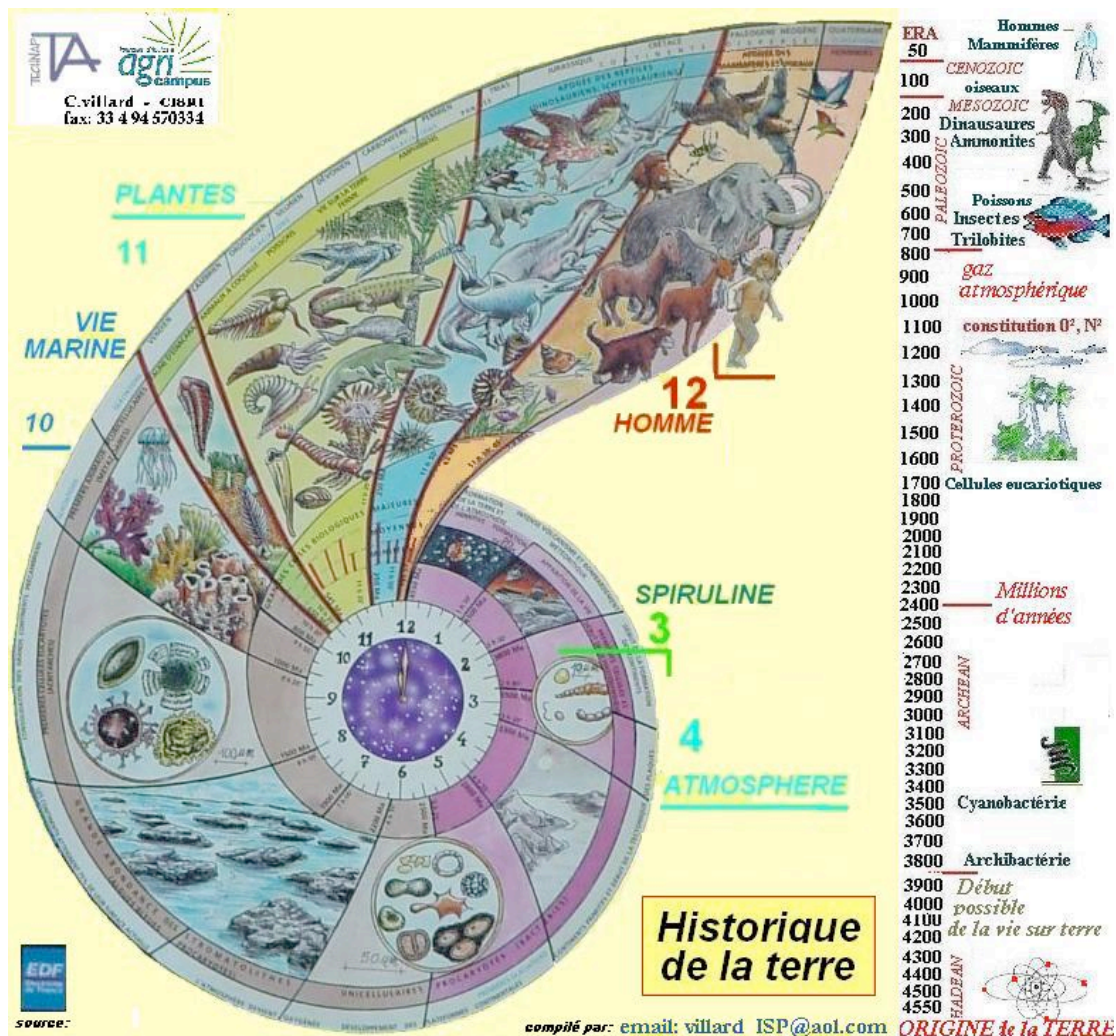
« Complément d'information sur la spiruline »

1. La spiruline :

- **Origine :** La spiruline fait partie d'un groupe d'organismes anciennement appelé « algue bleue », car en plus du pigment photosynthétique vert qu'elle contient (la chlorophylle), elle possède un pigment bleu : la phycocyanine. Elle est proche des bactéries, mais diffère des algues et plantes supérieures qui apparurent il y a 1,5 milliard d'années.

On pense aujourd'hui que les ancêtres des cyanobactéries actuelles (« algues bleues ») proviennent de la mutation d'une « sulfobactérie », c'est-à-dire d'une bactérie pratiquant déjà la photosynthèse, mais à partir de sulfure d'hydrogène (H_2S) : absorbant l'hydrogène et rejetant le soufre.

Quand les ressources en sulfure d'hydrogène commencèrent à s'épuiser, les bactéries bleu vert résolurent la crise en allant chercher l'hydrogène où il se trouvait en abondance, dans l'eau (H_2O) : absorbant l'hydrogène et rejetant l'oxygène...



- **Aspect :** Les filaments de spiruline sont enroulés en forme de tire bouchon. Selon les sous-espèces, on parle de *souche ondulée* comme la souche Paracas (figure1) issue du Pérou qui présente un intervalle relativement grand entre les spires, ou de *souche spiralée* comme la souche Lonar (figure 2) issue d'Inde, plus petite et présentant un faible intervalle entre les spires.



Figure 1 : souche Lonar



Figure 2 : souche Paracas

- **Classification :**

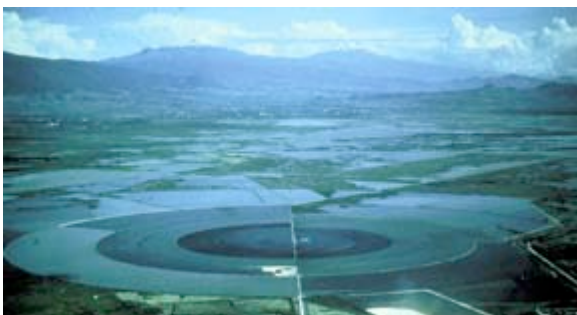
Règne	Monera
sous-règne	Prokaryota
Phylum	Cyanophyta
Classe	Cyanophyceae
Ordre	Nostocales
Famille	Oscillatoriaceae
Genre	Arthrospira
Espèce	ex. Platensis, souche Lonar, souche Paracas, souche Toliara,

- **Flottabilité :** La spiruline dispose de vésicules de gaz lui permettant de se stabiliser dans la colonne d'eau (les gaz contenus dans ces vésicules sont identiques à ceux dissous dans le milieu de culture, diazote, oxygène, CO₂...).
Lors de la photosynthèse et de la respiration, la spiruline se livre à un étonnant travail d'ascenseur dans son milieu entre le jour et la nuit. Elle agit de même au cours d'une journée pour profiter au mieux de la lumière ou au contraire s'en défendre quand elle est trop intense (risque de photolyse). Le même phénomène a pu être observé en période hivernale, lorsque les températures sont très basses.
- **Mobilité :** La spiruline est mobile. Elle se déplace vers l'avant par des mouvements en vrille à plus de 5 μm/sec grâce à un mouvement ondulatoire de fimbria mesurant de 2 à 10 nm.
La raison de cette mobilité est la capacité à éviter une exposition à une lumière intense et la recherche de nourriture.
Sur un tout autre ordre, les flamants qui se nourrissent de spiruline contribuent également à la mobilité des sujets d'un site vers un autre.
- **Multiplication :** La reproduction de la spiruline s'effectue par division cellulaire.
- **Historique :** Répertoire dès 1936, puis découverte en 1939 sur un marché de Massakong au Tchad par le professeur Creac'h de Bordeaux, elle sera décrite en 1940

par un phycologue du nom de Dangeard à partir d'un échantillon rapporté par un pharmacien, mais il faudra attendre les années 60 pour qu'une expédition Belge rapporte des galettes sèches (le dihé) qui seront confiées à P. Compère lequell la désignera comme *Spirulina platensis* (aujourd'hui *Arthrospira platensis*). Depuis des temps immémoriaux, les femmes *Kanembou* au Tchad récoltent la spiruline, la font sécher et la consomment avec du mil. La ration individuelle contient à peu près 10 g de spiruline. 30 tonnes par an sont consommées.



À des milliers de kilomètres de là, une société productrice de dérivés de soude Sosa Texcoco au Mexique exploitait des eaux alcalines souterraines. Un jour, ils furent confrontés à un problème de colonisation de l'évaporateur solaire par une algue. Il s'avéra que cette algue était de la spiruline, présente dans les eaux devenues souterraines.



Des recherches documentaires mirent à jour le journal de Cortès lequell décrivait l'exploitation de la spiruline du lac Texcoco par les Aztèques. Mais la colonisation mit un terme à cette pratique.

Avec l'association de l'institut français du pétrole, une production de 2 tonnes par jour sur 20 hectares vit le jour, mais elle dut s'interrompre en 1985 pour cause de pollution due à la proximité de Mexico.

Depuis bon nombre de productions ont vu le jour dans le monde entier.

Birmanie : En 1984 la spiruline a été découverte dans 4 lacs volcaniques alcalins, en 1988 une production commença dans l'un d'eux. En 1993, 30 tonnes étaient produites et vendues sur le marché local, en 1999 elle est passée à 100 tonnes, 60 % en lac, 40 % en bassins.



Thaïlande : Dainippon Ink & Chemicals commença une production en 1978 près de Bangkok de 150 tonnes par an, vendue sur le marché japonais. Il existe plusieurs autres petits producteurs.



Hawaï, USA : Cyanotech produit 400 tonnes par an.

Chine : Elle soutient l'industrie depuis 1987, aujourd'hui plus de 80 producteurs produisent 300 tonnes par an dans des lacs alcalins ou des bassins.

Taiwan : Depuis les années 70, 4 fermes de micro algue produisent plusieurs centaines de tonnes de spiruline, ou de chlorelle selon les besoins du marché.



Inde : Depuis la fin des années 70, bon nombre de productions familiales se sont développées. Les 2 plus gros producteurs produisent plusieurs centaines de tonnes par an.



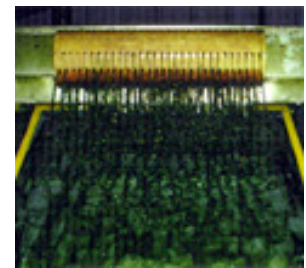
États Unis : Depuis 1981 Earthrise, un partenariat entre Californiens et Japonais exploite une surface de 43 hectares pour une production de 500 tonnes. Cette production est exportée vers plus de 40 pays.



Chaque bassin mesure 5000 m², alimenté à partir des eaux du Colorado après filtration.



Agitation par roues à aubes, apport de gaz carbonique, la récolte est effectuée chaque jour d'avril à octobre. Elle est entièrement automatisée, elle ne prend que 15 minutes avant séchage par atomisation.



Après quelques secondes de séchage, la spiruline est stockée dans des conteneurs étanches à l'oxygène.

Il existe beaucoup d'autres productions à travers le monde par exemple au Bangladesh, Philippines, Martinique, Pérou, Brésil, Espagne, Portugal, Australie.... Sans parler des très nombreuses productions artisanales, familiales ou humanitaires.

➤ **Production commerciale annuelle estimée de 1975 à 1999 (en tonnes) :**

Year	Burma	Chile	China	Cuba	India	Japan	Mexico	Taiwan	Thailand	Vietnam	USA-CA	USA-HI	Total
1975	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	20
1976	0	0	0	0	0	5	45	0	0	0	0	0	50
1977	0	0	0	0	0	11	65	4	0	0	0	0	80
1978	0	0	0	0	0	20	145	4	1	0	0	0	170
1979	0	0	0	0	0	20	200	9	50	0	1	0	280
1980	0	0	0	0	0	20	245	14	50	0	1	0	330
1981	0	0	0	0	0	30	250	19	50	0	1	0	350
1982	0	0	0	0	0	35	250	25	60	0	20	0	390
1983	0	0	0	0	0	45	250	25	60	0	50	0	430
1984	0	0	1	0	0	47	250	60	75	0	55	2	490
1985	0	0	1	0	0	53	250	60	100	1	55	10	530
1986	0	0	1	0	1	60	250	60	110	3	55	20	560
1987	0	0	3	0	3	60	250	60	110	4	70	40	600
1988	0	0	3	0	3	60	250	80	110	4	70	50	630
1989	0	0	8	0	6	50	250	80	110	6	70	60	640
1990	0	0	8	0	7	35	250	90	120	0	120	80	710
1991	4	1	8	0	7	20	250	90	120	0	160	100	760
1992	12	4	12	0	12	20	250	90	120	0	160	120	800
1993	15	5	20	2	20	20	225	90	120	3	160	120	800
1994	20	5	50	10	80	20	100	80	130	5	210	160	870
1995	25	7	120	20	150	20	0	50	150	8	370	250	1170
1996	30	20	250	40	250	20	0	60	150	10	480	400	1710
1997	30	50	500	50	250	20	0	70	150	20	500	450	2090
1998	30	70	700	60	300	20	100	80	150	20	600	500	2630
1999	30	90	900	70	500	20	100	80	150	20	800	600	3360

Comparativement à cette production mondiale (3.400 tonnes en 2007), le marché français représente environ 20 tonnes de spiruline dont 90 % sont importées.

2. Valeur nutritionnelle

- **Une algue bourrée de protéines :** La teneur en protéines de la spiruline oscille entre 50 et 70 % de son poids sec. Valeurs tout à fait exceptionnelles, même parmi les micro-organismes. D'autre part, les meilleures sources de protéines végétales n'arrivent qu'à la moitié de ces teneurs. La farine de soja, par exemple, ne contient que 35 % de protéines brutes.
D'un point de vue qualitatif, les protéines de la spiruline sont complètes, car tous les acides aminés essentiels y figurent (47 % du poids total des protéines). Les acides aminés les plus faiblement représentés parmi les acides aminés soufrés sont la méthionine et la cystéine, qui sont toutefois présents à plus de 80 % de la valeur idéale définie par la FAO (*base de l'albumine d'œuf et de la caséine*). La lysine serait aussi légèrement sous-représentée d'après certains auteurs, suffisante d'après d'autres. Ce spectre d'acides aminés montre que la valeur biologique des protéines de la spiruline est très haute, et que l'optimum pourrait être atteint par complémentation avec une bonne source d'acides aminés soufrés et éventuellement de lysine et/ou d'histidine (des céréales comme riz, blé et millet par exemple, ou certains oléagineux comme le sésame). Remarquons que les populations du Tchad, qui consomment de la spiruline, l'associent au mil qui est spécialement riche en méthionine et cystéine. L'utilisation protéique nette ou NPU est déterminée par la digestibilité, c'est-à-dire la proportion d'azote protéique absorbée, ainsi que par la composition en acides aminés (*plus d'autres facteurs dépendant de l'individu concerné : âge, sexe, état physiologique*).
Contrairement à d'autres micro-organismes proposés comme sources de protéines (levures, chlorelles, *scenedesmus*...) la spiruline ne contient pas de parois cellulosiques, mais une enveloppe de muréine relativement fragile. Ce fait explique la très bonne digestibilité des protéines de la spiruline simplement séchée : 83 à 90 % (caséine pure : 95,1 %).
Ainsi la spiruline ne nécessite ni cuisson ni traitements spéciaux destinés à rendre ses protéines accessibles. C'est un avantage considérable tant du point de vue de la simplicité de production que de la préservation des constituants de haute valeur tels que vitamines et acides gras polyinsaturés.
La valeur de NPU de la spiruline est estimée entre 53 et 61 % soit 85 à 92 % de celle de la caséine.
Par rapport à la viande, elle est dépourvue de graisses saturées, et généreusement pourvue en graisses insaturées. En outre, se situant en bas de la chaîne alimentaire, elle échappe aux polluants (insecticides, métaux lourds et autres) qui s'accumulent dans la chair et le lait des animaux d'élevage.
- **Du fer à revendre :** La spiruline est une source importante de fer (de 800 mg à 1800 mg par kg soit 20 x plus que le germe de blé), un minéral présent essentiellement dans les aliments d'origine animale comme la viande, les abats, le poisson. Elle est d'un grand intérêt pour végétariens, sportifs, femmes enceintes et adolescents en phase de croissance, évitant ainsi toute carence en fer.
- **Championne en vitamine B12 :** Il faut souligner la teneur exceptionnelle de la spiruline en vitamine B12 (cobalamine), de loin la plus difficile à obtenir dans un régime sans viande, car aucun végétal courant n'en contient. La spiruline en est 4 x plus riche que le foie cru, longtemps donné comme sa meilleure source. La carence en vitamine B12 (anémie pernicieuse) provient soit d'un défaut d'apport (régimes végétariens stricts), soit d'un défaut d'absorption. Il semble d'autre part que

certaines états pathologiques entraînent systématiquement une déficience en vitamine B12. C'est le cas des infections à VIH menant au sida. Par ailleurs, avec l'acide folique ou vitamine B9, elle participe à l'élaboration de l'ADN.

Une dose de 3g/jour de spiruline séchée suffit amplement à couvrir la totalité des besoins en vitamine B12.

En fait, les seuls producteurs de vitamine B12 sont les bactéries, tous les animaux supérieurs doivent acquérir indirectement ce sous-produit bactérien.

- **Excellente source de bêta-carotène :** 15 fois plus que dans les carottes, plus que dans l'huile de foie de morue, il se transforme dans le corps en vitamine A.
Cette vitamine joue un rôle essentiel dans la vision, mais aussi dans la reproduction des cellules vite renouvelées, épithéliums (muqueuses de la sphère ORL, digestives), germinales (reproduction), sanguines (système immunitaire).
Vitamine également essentielle à la formation du squelette et des dents, elle préserve l'élasticité de la peau, la cicatrisation des plaies, et participe au développement neurologique du fœtus et de l'enfant.
De nombreuses études ont démontré le rôle protecteur du bêta-carotène contre l'apparition de nombreux cancers.
D'autres études ont également démontré que ni l'apport en vitamine A ni le bêta-carotène synthétique ne jouent le même rôle protecteur que le bêta-carotène naturel.
- **Seul aliment connu à forte concentration d'acide gamma linoléique :** à part le lait maternel et les huiles extraites à partir de quelques rares végétaux, la spiruline en détient le record.
En effet, la spiruline n'est pas un aliment gras, ses matières grasses représentent 8 à 10 % de son poids. Les lipides contiennent des acides gras essentiels qui ne peuvent être apportés que par l'alimentation. Ils sont indispensables : pour la régulation de la température du corps, la fluidité des membranes cellulaires et la fabrication des prostaglandines régulant les processus immunitaires et inflammatoires. Ces prostaglandines, d'une durée de vie de 1 à 3 minutes, sont très actives dans la prévention et la guérison des maladies cardio-vasculaires et dans tous les désordres inflammatoires (arthrite, allergies, asthme, eczéma, syndrome prémenstruel). Mais pour les obtenir, l'acide linoléique (vitamine F quasiment absente aujourd'hui des huiles de consommation courante) doit tout d'abord se transformer en acide gamma linoléique. Or à supposer que l'on consomme des huiles de pression à froid (tournesol, noix, soja, arachide, courge, sésame), cette transformation peut être inhibée par l'alcool, le sucre, les acides gras saturés de la viande et du fromage. On comprendra donc l'intérêt de l'apport direct en acide gamma linoléique (famille des oméga-6) présent à 40 % dans les acides gras essentiels de la spiruline.
- **Autant que dans le germe de blé :** La vitamine E largement recherchée dans le germe de blé, présente dans les huiles végétales pressées à froid et les céréales complètes, joue un rôle protecteur contre le vieillissement, contre certains effets de la pollution et contre l'apparition du cancer. La vitamine E est un antioxydant majeur, empêche avec l'aide du sélénium l'oxydation des acides gras essentiels, la formation des radicaux libres et donc l'apparition des tâches de vieillesse.
- **Autant que dans le lait :** Le calcium, phosphore et magnésium (apportés en quantité minime par une dose quotidienne de quelques grammes de spiruline) sont indispensables pour une bonne calcification. Les produits laitiers sont souvent considérés comme la source de calcium par excellence, mais ils sont aujourd'hui très controversés pour cause d'affections rhino-pharyngées à répétition dues à l'absence de

l'enzyme permettant de les digérer.

La spiruline contient les bonnes proportions de ces minéraux favorisant l'absorption du calcium (absorption du calcium $\leftrightarrow$ phosphore + magnésium).

- **Riche en oligo-éléments et en enzymes :** 10 grammes de spiruline représentent un apport intéressant en manganèse (intervient dans l'activité de nombreuses enzymes), en cuivre, en sélénium et en chrome (métabolisme du sucre), ainsi qu'en zinc (important dans la nutrition de l'enfant) sous une forme assimilable par l'homme. Les taux de zinc, fer, cuivre et sélénium peuvent être augmentés en ajoutant ces éléments dans le milieu de culture afin de couvrir les besoins quotidiens par un apport de quelques grammes de spiruline.
Par contre la spiruline est pauvre en chlorure de sodium et en iode (l'une des 3 déficiences les plus meurtrières sur la planète avec le fer et la vitamine A).
L'enrichissement en iode serait possible selon des travaux récents.
La spiruline comme tous les êtres vivants contient d'innombrables enzymes, comme le superoxyde dismutase SOD lequel se gave de radicaux libres.
- **L'arc en ciel :** cette algue que l'on dit bleue, mais que nous voyons verte donne des couleurs roses aux plumes des flamants.
Le vert provient de la chlorophylle (1 %), laquelle serait antiseptique et cicatrisante.
Le bleu, lui, provient de la phycocyanine (15 %, mais moins intense que le vert de la chlorophylle), lequel est utilisé comme colorant alimentaire, et joue un rôle bénéfique sur la santé et stimule le système immunitaire.
Le jaune, rose et orange provient des caroténoïdes (dont le bêta-carotène), contribuant à rehausser les couleurs des poissons d'ornement, crevettes, oiseaux, peau des poulets.
On peut également relever sur les humains un effet « pilule à bronzer », un teint ambré.
- **Une limite ?** Y a-t-il une limite dans la consommation de spiruline ?
En fait elle peut être donnée par la quantité d'ARN et ADN contenue dans la spiruline (5 %, nettement plus que dans un steak), car en se dégradant elles donnent naissance à des purines, se transformant à leur tour en acide urique que le corps doit éliminer (sous peine de crises de goutte et de calculs rénaux). Cette limite serait donc de 80 grammes loin des 10 grammes consommés par les *Kanembou* lors d'un repas, mais des essais n'ont pas démontré d'augmentation significative de l'acide urique dans le sang pour cette quantité.

3. Application

Le but de cette partie du document est de s'intéresser aux bienfaits pour la santé que peut apporter une cure ou une prise régulière de spiruline.

À ce titre, des études scientifiques ont démontré les effets sur le système immunitaire, le cancer, le virus du sida, le virus de l'herpès.. Le résultat de ces études est commenté au paragraphe 5.

- **Cholestérol :** Parmi les 1ères causes de mortalité en Occident, les maladies cardio-vasculaires proviennent d'une alimentation trop riche en sucre, en sel, du stress, de l'alcool, du tabac et du manque d'exercice. Après 40 ans, le cholestérol en excès se dépose dans les artères (athérosclérose) puis les vaisseaux se durcissent (artériosclérose). Certains aliments jouent un rôle protecteur comme l'ail, le yaourt, les

céréales complètes, la pectine de fruits, les poissons gras.

La spiruline avec son fort taux de gamma linoléique permet d'abaisser le taux de cholestérol de 4,5 %, dont 6 % de mauvais cholestérol avec une prise quotidienne de 4 g, pendant 8 semaines.

La société Dainippon Ink & Chemicals estime que cette réduction est due aux facteurs suivants : forte teneur en chlorophylle (1,1 g pour 100 g), acides gras polyinsaturés gamma linoléique (1 g pour 100 g), fibres (8 g pour 100 g), acide nicotinique, rapport très bas entre lysine et arginine (0,67).

- **Cancer** : 2^{de} cause de mortalité en Occident, on estime que le tabac est responsable de 35 % des mortalités par cancer et que la surnutrition en graisses est la cause de 60 % des cancers chez la femme et 40 % chez l'homme. Aussi il est recommandé de consommer peu de viandes animales, charcuterie, fromage, mais au contraire des céréales complètes, des légumineuses, des fruits et des légumes frais, principalement ceux ayant des feuilles d'un vert soutenu ou une chair jaune, autrement dit ceux qui sont riches en bêta-carotène. L'effet protecteur du bêta-carotène sur les cancers du poumon, de la gorge, de l'estomac, du côlon, du sein et de l'utérus a été largement démontré par de très nombreuses études. Il est également démontré qu'outre l'effet cancérigène direct du tabac, celui-ci inhibe également partiellement l'utilisation du bêta-carotène.

De nombreuses expériences sur la spiruline ont été conduites dans ce domaine.

À l'école de médecine dentaire d'Harvard, des applications de bêta-carotène sur les cancers de la bouche de hamsters ont permis de réduire voire faire disparaître les cancers. D'autres expériences ont permis de démontrer que des hamsters nourris avec du bêta-carotène provenant de la spiruline et exposés à des substances cancérigènes ne développaient pas de cancer, alors qu'un autre groupe ne recevant pas de bêta-carotène développait le cancer.

Une étude japonaise a également mis en évidence l'effet protecteur de la phycocyanine (15 % du poids). Des souris atteintes d'un cancer du foie ont vu leur survie augmenter significativement par rapport au groupe témoin. Une augmentation lymphocytaire a également été constatée. Cet effet est intéressant pour les personnes qui subissent des radiothérapies et des chimiothérapies. 3 g de spiruline par jour freine les pertes de leucocytes, réduit les nausées et la fatigue générale.

Des expériences au Japon sur des rats montrent que la spiruline réduit la toxicité pour les reins de certains médicaments lourds, comme ceux utilisés en chimiothérapie.

- **Anémie** : Due à une diminution de la concentration en hémoglobine du sang, elle peut être liée à un manque de fer, carence la plus répandue dans le monde, problème majeur de santé publique. Les enfants, les femmes et les personnes âgées sont les plus touchés. Le fer constitue le cœur de la molécule d'hémoglobine, assurant le transport du dioxygène aux cellules par les globules rouges.

La spiruline contient plus de fer que tout autre aliment, et est 3 fois plus assimilable que celui contenu dans les légumes et la viande.

À l'université de Tokyo, une étude a démontré qu'en donnant 4 g de spiruline par jour pendant 30 jours à des femmes anémiées suite à des cures d'amaigrissement, le sang avait récupéré 21 % d'hémoglobine en plus.

- **Diabète** : À l'université de Tokyo, la prise de 5 g par jour a mis en évidence une amélioration et un meilleur contrôle du diabète.

- **Néphrites** : À l'université de Cuba, l'administration de spiruline à des rats (30 % de leur ration alimentaire) ayant reçus un dérivé du mercure, un antalgique, un

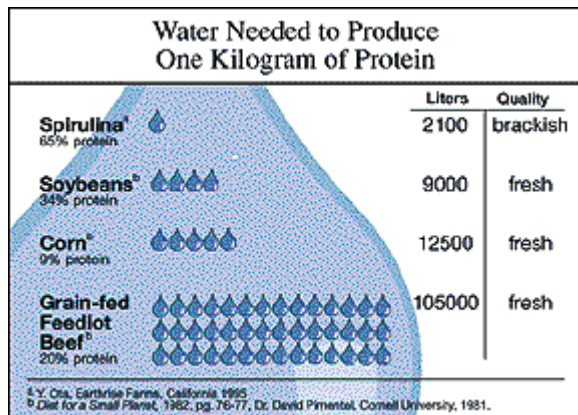
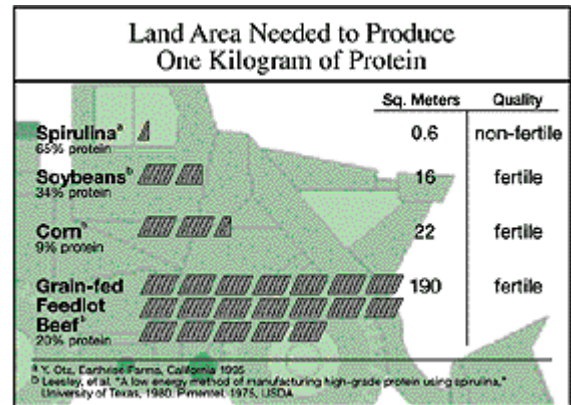
antibiotique et un anti-cancer, a mis en évidence une diminution importante de l'urée, de la créatinine et l'amélioration physiologique de leurs reins.

- **Allergies, Asthme** : Tests cliniques indiquant une amélioration importante.
- **Pancréatite** : Tests cliniques indiquant un effet favorable.
- **Cataracte** : Tests cliniques indiquant un retour à la vision.
- **Ulcères à l'estomac dus au stress** : Expériences sur des rats montrant une efficacité préventive et curative.
- **Hypertension** : Expériences sur des rats montrant une suppression de l'hypertension.
- **Malnutrition** : Faim, famine ou malnutrition ? Il est indispensable de distinguer chaque terme. La faim se caractérise par un manque d'apport calorique, mais pas nécessairement par un manque de qualité de nourriture. La famine est liée à un manque quantitatif de nourriture à grande échelle pendant une période assez longue. Alors que la malnutrition est essentiellement due à la faible valeur qualitative des aliments absorbés n'apportant pas tous les éléments nécessaires à la santé (sucres, lipides, protéines, acides gras essentiels, vitamines, minéraux...). Dans les pays dits développés, la malnutrition est tout aussi possible par des apports excessifs ou déséquilibrés de certains nutriments. Selon les Nations Unies, 250 millions d'enfants sont malnutris, et 74 % de la mortalité des enfants de moins de 5 ans est due à la malnutrition. Par ailleurs il est intéressant de relever que la malnutrition légère ou modérée conduit au $\frac{3}{4}$ des décès, ce qui conduit les chercheurs de l'université de Cornell aux USA à dire que les programmes nutritionnels doivent s'intéresser prioritairement à cette population, sujette à de nombreuses maladies et infections, à des retards de croissance et du développement mental. 200 millions d'enfants ont un déficit pondéral, 230 millions ont un retard de croissance, 50 millions sont émaciés. La carence en vitamine A est un grave problème de santé publique dans plus de 60 pays. 30 % de la population mondiale est carencée en iode, 2 milliards de personnes sont carencées en fer. Au Brésil, 20 % des enfants sont malnutris, la moitié des femmes souffrent de carences alimentaires, en Suisse 14 % de la population souffre de carences nutritionnelles, pour 8 % des enfants et adolescents en France. Aux USA, 1 enfant sur 3 souffre de malnutrition. L'essentiel des carences graves proviennent du manque de vitamine A, du fer et de l'iode. La spiruline est une bonne réponse à ces carences, 2 à 4 g suffisent à couvrir les besoins quotidiens en zinc, fer, vitamine A et acides gras essentiels chez l'enfant. De la naissance à l'âge de 4 mois, ces besoins sont couverts par le lait maternel, au-delà une alimentation complémentaire est rendue nécessaire pour apporter les nutriments énergétiques (sucres ou glucides, matières grasses ou lipides), les nutriments bâtisseurs (protéines), et les nutriments protecteurs (vitamines et minéraux). Tous ces nutriments doivent être apportés simultanément pour garantir leur efficacité.

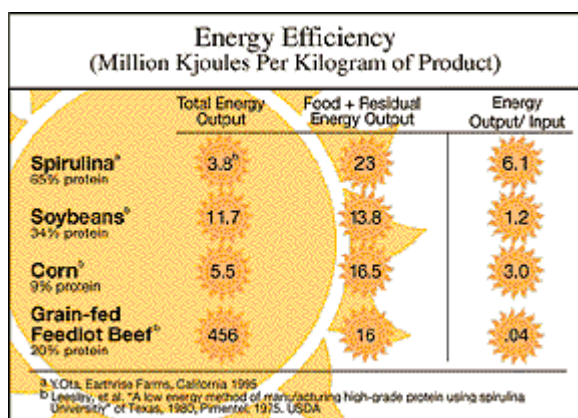
4. Production :

- **La production de spiruline a un faible impact sur l'environnement :**

La spiruline contient 60 % de protéine, et nécessite peu de surface pour un rendement 20 fois supérieur au soja, 40 fois supérieur au maïs, 200 fois supérieur au bœuf. Des terres non fertiles peuvent être utilisées.



Les besoins en eau pour produire 1 kg de protéines sont également très faibles, soit le 1/3 des besoins pour le soja, le 1/5 des besoins pour le maïs, le 1/50 de ceux pour le bœuf.



La production de spiruline requiert peu d'énergie comparativement aux autres productions. Le rendement est 3 fois supérieur au soja, 1,5 fois supérieur au maïs, 120 fois supérieur au bœuf.