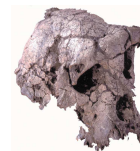


# Toumaï Action



Toumaï - l'Ancêtre des Humains

## Lettre mensuelle au service de la recherche et du développement éditée par le Centre National d'Appui à la Recherche (CNAR)

Président d'honneur : Pr Michel Brunet

Directeur de publication : Dr Baba El-hadj Mallah

Avec le soutien du Service de Coopération et d'Action Culturelle de l'Ambassade de France au Tchad

N° 009 - juillet 2007

Distribution gratuite

Depuis la mise au point d'un bassin expérimental pour la culture artificielle de la spiruline au CNAR, le milieu technico-économique de notre pays affiche un intérêt tout à fait particulier à ce produit.

A cet effet, la rédaction vous propose les principales informations sur la spiruline.

### 1 - Histoire du monde

Juste pour un moment revenons dans le passé à une journée très chaude, peut être il y a environ 3 ½ milliards d'années quand, pour résumer, apparemment quelque chose d'important arriva à une archéobactérie - la première source de vie pouvant se reproduire qui ait pu être mise en évidence sur terre - qui était déjà là depuis l'origine des océans il y a plus de trois cent millions d'années.

La pâle lumière du soleil avait du mal à pénétrer une atmosphère jaunâtre de méthane, d'hydrogène, d'azote et de gaz carbonique. Peut-être un groupe de photons ultraviolets, qui après avoir évité de sérieuses collisions avec ces gaz moléculaires, tout comme avec les couches extérieures de l'eau, s'est brisé au cœur du matériel génétique de notre bactérie ! Ce fut comme un jackpot, il s'ensuivit un grand remue-ménage!

Le nouvel acide nucléique modifié a ordonné à la cellule de se développer en utilisant la lumière, l'hydrogène et l'oxygène de l'eau, le carbone du dioxyde de carbone de l'atmosphère.

Les atomes d'oxygène en trop ont été regroupés par paires et chassés à travers la membrane de la cellule. Notre bactérie a du se divertir à voir les petites bulles d'oxygène s'échapper, crever la surface de l'eau avec un "plop" et un éclair de soleil irisé.

Nous seront éternellement reconnaissants envers cette bactérie et ses petits-enfants cyanobactériens qui ont un jour inventé la chlorophylle-a et appris à se protéger de l'oxygène qu'il produisaient. Nous devons les remercier pour notre ciel bleu et oxygéné d'aujourd'hui.

Cela a duré 2 milliards d'années avant que les cellules nucléées et les plantes vertes n'apparaissent. Durant les derniers 200 millions d'années les dinosaures apparurent et disparurent (exceptés certains oiseaux et reptiles) alors que nous sommes ici depuis, peut-être, un million d'année.

### 2- Histoire de l'utilisation de la spiruline -Pour la nutrition et la santé au Tchad et ailleurs

Il y environ mille ans, les Olmèques, ancêtres des Aztèques du Mexique découvraient qu'ils pouvaient pêcher ces cyanobactéries microscopiques dans l'eau du grand lac de Mexico avec un filet aux mailles fines, les sécher au soleil et les consommer avec du maïs. Ils les appelèrent "Techuitlatl". Quand Hermann Cortès arriva dans la vallée de Mexico en 1519, il trouva les Indiens Aztèques mangeant de la Spiruline (Paniaga Michel, E.et Al. 1993 ; Farrar,W.V.1966 ; Motolinia.F.T.1541).

A peu près au même moment, les Kanembous au Tchad découvraient ce même micro-organisme et l'ont également consommée (Dangeard, P -1940 ; Brandily, M.Y. 1959) ils le pêchaient et le préparaient de la même façon ; ils l'ajoutaient au mil et le nommaient "Dihé".

Elle est aussi utilisée par les athlètes contemporains pour améliorer leur endurance (Henrikson, R. 1997 ; Fox, R.D. 1996)

Il y a environ 150 ans des scientifiques le découvraient alors qu'ils examinaient des échantillons d'eau dans leur microscope. Ils nommèrent ce filament spiralé SPIRULINA et décidèrent sa classification dans les (algues bleu-vert).

Une cinquantaine d'années plus tard il s'avérait qu'il y avait des grosses et petites Spirulines. Dans les grosses on peut observer des parois transversales qui montrent que le filament est multicellulaire alors qu'elles ne sont pas observables dans les petites. Ils appelèrent la grosse spiruline (Arthrospira).

Vers 1960, Roger Stanier précise que l'algue bleu-vert est structurellement plus proche d'une bactérie que toutes les autres algues ou plantes vertes. L'existence fossile a commencé à prouver que les algues bleu-vert avaient existé beaucoup, beaucoup plus longtemps avant toutes les algues vertes, rouges ou brunes.

Aussi, Stanier les a appelées Cyanobactéries ; Aujourd'hui nous les appelons Cyanoprokaryotes. Finalement, spiruline étant un mot plus agréable cette merveilleuse Cyanoprokaryote est maintenant connue de par le monde par ceux qui souhaitent en tirer bénéfice comme " Spiruline ".

Au début des années 60 la communauté scientifique se rendit compte que la spiruline pouvait être mangée et qu'elle contenait les plus importants nutriments pour la santé humaine ; une moyenne de 65% de protéines de qualité comparable à la protéine de l'oeuf et selon le standard.

### 3 - Résumé - Composition de la spiruline

Environ 9% du poids sec total est composé de minéraux essentiels ; 15% d'hydrocarbure ; 6 ½% de lipides incluant 2,6% d'acides gras essentiels oméga 3 et oméga 6 non saturés (ceci est très élevé) plus une moyenne de 0,17% de bêta carotène (très, très élevé); les Vitamines B comprenant 4 microgrammes de la vitamine non-analogue B 12 dans chaque dose quotidienne de spiruline nécessaire à un adulte.

### 4 - Où trouve-t-on la spiruline

Là où il y a un climat chaud avec beaucoup de soleil. Là où il y a de l'eau alcaline dans des lacs peu profonds agités par de légers vents. D'une manière générale, à travers le monde, entre 35° nord et 35° sud de latitude. La spiruline, tout comme l'être humain, se sent le mieux vers 37°, mais peut tolérer une température voisine de 0°C et jusqu'aux environs de 45°C. Là où vous trouvez le flamant nain (*Phoeniconaias minor* dans l'hémisphère oriental) où le flamant de " James " (*Phoenicopterus jamesi* dans l'hémisphère occidental) là, dans l'eau où ils se nourrissent, vous savez que la spiruline est leur principale nourriture.

Il est intéressant de savoir que les rebords internes du bec du flamant contiennent de minces lamelles et plaquettes filtrantes. Quand l'oiseau bouge sa langue d'arrière en avant, elle agit comme un piston et l'eau est repoussée hors du bec à travers les rebords filtrants. De cette façon, les flamants ne boivent pas d'eau salée et la spiruline est piégée dans le bec. Comme la langue possède de nombreuses barbes épineuses sur sa surface supérieure elle entraîne, par son action de pompe, la pâte d'algues dans le long, long cou vers l'estomac de l'oiseau. La nature fait bien les choses !

Il n'est pas suggéré de récolter la spiruline d'un de ces lacs naturels en écrémant, au petit matin, la couche d'algues concentrée qui flotte sur la surface de l'eau. On ne vit pas forcément près d'un lac alcalin et la culture de spiruline dans un lac naturel peut contenir des organismes indésirables comme des diatomées, Flagellés et Rotifères, aussi bien que des détritiques. Aussi, la plupart des fermes de spiruline ont des bassins artificiels dans lesquels sont introduits les sels et éléments chimiques nécessaires et les conditions de culture peuvent être contrôlées.

Ici, il faut noter que la spiruline nécessite une haute alcalinité - un pH entre 8,5 et 11,0 de plus elle peut tolérer de grandes quantités de sel de chlorure de sodium. Les cultures artificielles ou cultures de lac fonctionnent généralement à un pH d'environ 10. Ce pH élevé tue heureusement la plupart des organismes pathogènes pour les humains, aussi même les cultures naturelles de lac restent consommables.

Cependant, nous voudrions une quantité et une qualité constantes, de plus longues saisons de croissance, et la possibilité d'agir sur les cultures afin d'obtenir des rendements maxima tout en utilisant une quantité minimum de produits chimiques, de matériaux et d'énergie. Dans ce sens, les bassins artificiels offrent beaucoup d'avantages.

Des bassins artificiels peuvent être construits sur un terrain inutilisable pour autre chose. Il suffit qu'il soit plat avec un dénivelé inférieur à deux centimètres. Pour vérifier qu'un bassin est de niveau, on peut utiliser un niveau de maçon qui est constitué d'un tuyau en plastique rempli d'eau, les extrémités pointées vers le ciel. Le bassin est de niveau lorsque les deux hauteurs, par rapport au sol, sont identiques dans les tuyaux. Pour des bassins beaucoup plus grands on emploie un boteur guidé par un rayon laser horizontal arrêté par un capteur situé sur le boteur. Cette méthode est précise à un centimètre pour une distance d'au moins un kilomètre.

## 5 - Bassins

Le problème majeur au sujet des bassins est : quel matériau utiliser pour fabriquer des fonds et côtés étanches ? Il n'y a pas une seule réponse. La conception de bassin qui s'est avérée la plus satisfaisante est le bassin rectangulaire avec les coins arrondis et une séparation tout le long de l'axe du bassin mais qui s'arrête à chaque extrémité, à la moitié de la largeur du bassin. Ceci afin de créer une sorte de voie de circulation tout autour et pour que la culture soit poussée par une roue à aubes. Cette conception peut être employée pour des bassins d'un mètre carré et jusqu'à cinq hectares (probablement pouvant excéder cette taille).

Gardons à l'esprit, qu'il faut un bassin d'un mètre carré par enfant.

Une culture de spiruline doit être continuellement agitée pendant la journée et ceci pour plusieurs raisons :

1- pour s'assurer que les nutriments, dans le milieu de culture, seront toujours en contact avec les algues de sorte que l'approvisionnement en nutriments ne soit pas un facteur limitant la croissance.

2- pour que les filaments des algues soient dirigés sur le haut où la lumière du jour pénètre et pour que la photosynthèse s'accomplisse, mais.

3- aussi, pour déplacer vers le bas les filaments, dans la colonne d'eau, là où la lumière diurne ne peut pas causer une photolyse (ou destruction par les photons) des pigments photosynthétiques de la spiruline, finalement :

4- Pour que les algues ne puissent pas se rassembler en épaisses floculations et priver les filaments intérieurs de la lumière et des nutriments, au point qu'ils dégagent de grandes quantités de polysaccharides et meurent. Ils provoquent ainsi un riche environnement pour les bactéries qui, par la suite, peuvent détruire la culture. Tout ceci signifie que le fond et les côtés des bassins, non seulement doivent être étanches, mais résister aussi à l'érosion provoquée par la circulation de l'eau.

Des bassins ronds, dans le genre de ceux utilisés pour le traitement des eaux d'égout, ont été employés - principalement à Taïwan et en Inde. Ceux-ci sont agités par des bras rotatifs comme les rayons d'une roue (appelée roue de Segner) Cependant, ces bras d'agitation près du centre du bassin, tournent très lentement ce qui a pour effet un taux de croissance lent, tandis que ceux près du périmètre vont tellement vite (plus de 30cm par seconde) qu'ils risquent de déchirer les filaments d'algues. Par conséquent, les bassins ronds sont limités à environ 80 mètres de diamètre.

Sur une pente douce, il est possible d'aligner des bassins étroits, en béton, parallèles à la pente avec la tête d'un bassin touchant la queue du bassin juste au-dessus, comme un long serpent descendant tranquillement une dune de sable.

Ceci a été expérimenté à Casa Grande près de Trujillo au Pérou dans les années 80. Deux problèmes se sont présentés :

1) le jour il faut pomper la culture du bas en haut de la pente et, 2) il faut un grand réservoir dans le bas pour recevoir la culture pour la nuit. Ceci peut être fait simplement en surélevant suffisamment les murs du côté et du fond du dernier bassin pour pouvoir recueillir la culture durant la nuit ou en cas de panne de la pompe. La pompe utilisée, en raison de la puissance nécessaire, a tendance à casser les filaments des algues. (Système originellement utilisé pour la culture des *Scenedesmus*). La solution serait d'utiliser, à la place, une vis d'Archimède à large diamètre pour remonter la culture.

Des bassins de 100m<sup>2</sup> peuvent être faits avec un rouleau de film plastique alimentaire noir, en polyéthylène de 0,5 millimètre d'épaisseur, en le fixant simplement à un cadre de bois d'environ 40cm de hauteur qui configure le bassin. Le mur central de séparation, pour la piste de circulation de la culture, peut être fait avec des parpaings.

Des bassins plus grands nécessitent des films plus épais pour :

- a) résister aux déchirures qui pourraient être causées par les personnes nettoyant à l'intérieur des bassins ;
- b) pour lui assurer aussi une plus longue vie (Les films à haute résistance utilisés pour de grands bassins sont très onéreux) ;
- c) pour, enfin, les protéger contre les gaz de fermentation qui les soulèvent causant d'ennuyeux "îlots" près de tous les petits trous du film. Le coût du polyéthylène de 0,3mm, utilisé pour des bassins pouvant aller jusqu'à 30m<sup>2</sup> est d'environ 1\$ par mètre carré. Pour le film de 0,5 mm, garanti 15 ans contre les ultra violets, est d'environ 15\$ par mètre carré. Les géo-membranes de haute résistance sont encore plus chères.

Les Romains ont construit des bassins avec des pierres et du mortier qui, encore aujourd'hui, retiennent l'eau, mais probablement les coûts ne furent jamais pris en considération. Leur main-d'œuvre ne coûtait qu'un minimum de nourriture quotidienne et les matériaux venaient de la nature. Des bassins en ciment ont été récemment construits au Bénin (Afrique) à un coût de 49\$ par mètre carré, comparé à 6\$ par mètre carré pour une construction en film plastique (film et cadre compris). Je crois qu'il est possible de construire une épaisse dalle en béton de 5cm avec, en dessous, des pieds de 7cm tous les 25cm faisant partie de la dalle pour environ 3.25\$ par mètre carré. Il faut ajouter le coût des murs et de la séparation centrale du bassin. Naturellement, on est à la merci des mouvements de la terre, aussi on ne peut recommander une telle construction de bassins d'algues dans des régions volcaniques ou sismiques.

## 6- photosynthèses

La Spiruline appartient à la famille des Oscillatoriacées, ce qui signifie qu'elle oscille ou bouge d'arrière en avant. Ceci est dû aux fimbrias, qui sont des filaments tubulaires de 5 à 7 nanomètres de diamètre et 1 à 2 microns de longueur, ils sortent des pores extrêmement petits situés sur le pourtour des extrémités des cellules; Là, elles se joignent pour former un filament. Ces fimbrias, comme des rameurs sur une galère, propulsent le filament d'arrière en avant. Le "nerf" ou la protéine qui agite le filament dans sa longueur, et lui donne l'ordre de ramer d'arrière en avant, n'a pas encore été découvert.

La spiruline peut également fabriquer de minuscules cylindres de gaz (appelés vésicules de gaz) qui sont d'environ 70 nanomètres de diamètre et faits d'une chaîne de protéines tissées. Ces cylindres de gaz sont formés et remplis avec le gaz quand le filament de spiruline veut s'élever dans la colonne d'eau pour recevoir la lumière du soleil et commencer la photosynthèse.

Quand - généralement vers la fin du jour - les cellules ont fabriqué de grandes quantités d'hydrate de carbone, qui surchargent la cellule et créent une haute pression osmotique interne, les cylindres de gaz ne peuvent alors plus supporter cette pression osmotique interne et ils implosent. Le gaz libéré est comprimé et absorbé par les fluides environnants. Alors, les vésicules de gaz, qui avaient agi comme des dirigeables ou ballons miniatures, s'effondrent, le filament descend vers le fond et l'obscurité où une majeure partie de l'hydrate de carbone accumulé est converti en protéine.

Ces deux méthodes de locomotion permettent à la spiruline de se protéger elle-même contre une overdose mortelle de soleil. Dans un même temps, elle absorbe la juste quantité de lumière dont elle a besoin ; circulant de haut en bas dans la colonne d'eau. Capable, aussi, de ramer elle-même hors de la dangereuse spire de ses compagnes qui flottent, toutes en masse, à la surface de l'eau dès le lever du jour. Je suis stupéfié par les aptitudes de la spiruline à résoudre les problèmes de la vie.

Ici, dans la situation d'un lac naturel alcalin la spiruline a ses mouvements de va-et-vient verticaux au moins toutes les 24 heures et beaucoup plus souvent quand une légère brise agite le lac - La production est de 2 et 4 g. de biomasse chaque jour par bonnes conditions climatiques.