



[FRANCE](#) ([Algosolis](#) , [Darcas](#), [Démontage](#) à Angers , [Fixation azote](#),  
[Protéines](#)), [BRESIL](#), [RDC](#)

## FRANCE

### Petit CR d'une escapade à Saint Nazaire le 8 octobre

Cette sortie s'est faite à l'invitation d' **ALGOSOLIS**, organisme mixte situé près d'Algosource, du GEPEA et de l'Université, que nous avons déjà mentionné dans les PN d'Octobre 2015. J'étais invité avec un bon groupe de spiruliniers des Pays de Loire et Vendée auquel Nathalie de Poix s'était heureusement jointe. Et j'ai eu la chance d'être covoituré par la sympathique Amandine Lecrenais qui vient d'acheter un terrain avec maison d'habitation le long de la levée qui borde la Loire, à Saumur, pour s'y installer comme spirulinière (avec 500 m<sup>2</sup> de serres Richel).

La visite d'Algosolis a été éreintante (enfin pour moi), car debout pendant 2 heures, avant un déjeuner au Resto U. Le temps était heureusement au beau fixe ce qui m'a permis de prendre quelques photos des installations d'Algosolis en extérieur :

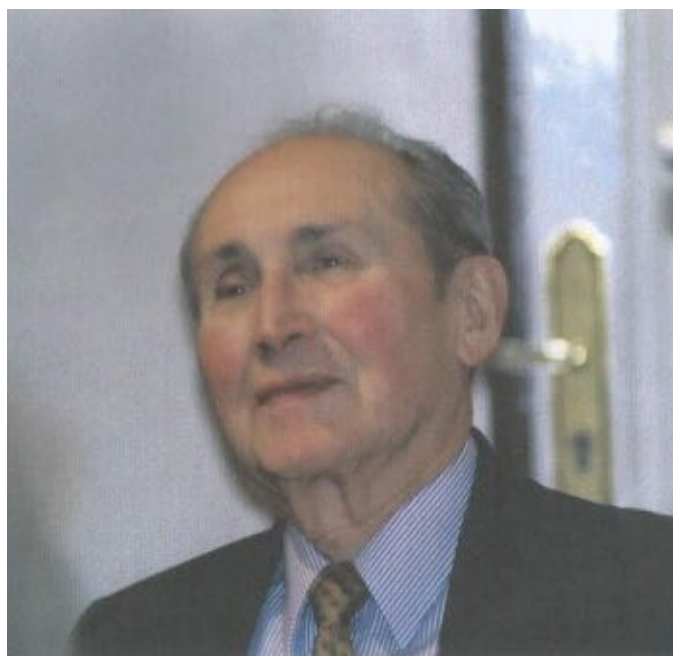


La structure noire qu'on voit à droite sur cette dernière photo, avec le groupe des visiteurs devant, est un module expérimental d'une maison solaire à façade comprenant des photobioréacteurs agités par bullage. Un immeuble se construirait à Paris sur ce modèle.

JPJ

### **Un grand acteur de la spiruline**

En triant mes papiers en vue de mon déménagement je suis tombé sur un souvenir d'un vrai ami de moi-même et de la spiruline, qui présidait TECHNAP avant Jean-Pierre Clergeau :



Claude DARCAS

Paroisse de Saint-Nom-la-Bretèche  
2 septembre 2011

J'aime témoigner des qualités de cet homme, tant du point de vue humain que technique, que j'ai beaucoup cotoyé, même en Afrique lors d'une mission à la ferme de Pahou (Bénin), cette ferme même où Claude est décédé en Octobre 2011, en cours de mission.

Permettez que je cite cette belle "épitaphe" qui lui avait été adressée lors de ses obsèques :

### TU AS BEAUCOUP VOYAGE

Tu as beaucoup voyagé, les nécessités du travail t'ont conduit d'un coin à l'autre, ici, ailleurs, tu allais où on t'envoyait.

Partout, tu t'es fait des amis, partout tu as laissé des souvenirs, nous repensons aujourd'hui à cela.

Mais aujourd'hui, c'est un autre voyage qui t'emmène loin de nous, dans un autre pays.

Ce pays d'où personne ne revient parce que c'est l'aboutissement de tous nos voyages, de toutes nos courses et de nos recherches.

Tu es maintenant parti vers Dieu, vers ce pays mystérieux que Jésus appelait le Royaume de Dieu.

Nous espérons te retrouver un jour au terme de notre propre voyage quand nous parviendrons nous aussi à cette maison où le père nous attend pour fêter ensemble le monde nouveau.

JPJ

### **Fin du petit bassin d'Angers et son avenir sarthois**

Après une dernière série de récoltes avec différents taux de pressage et séchage à différentes températures, j'ai mis fin à la carrière du bassin, du moins chez moi. Je l'ai vidangé, nettoyé (même pas très sale) et démonté en attendant que Benjamin Maunder, spirulinier en installation, vienne le prendre, avec la serre, pour l'installer chez lui à « la Petite Jevellerie », 72110-Bonnétable, village sarthois un peu au nord du Mans. Il emportera en même temps beaucoup d'intrants et d'accessoires divers. Je mentirais si je prétendais que ça m'est égal : non, il y a de la nostalgie à me défaire de ces « vieux compagnons », mais tant mieux s'ils peuvent être encore utiles.

Le transfert s'est fait le 24 octobre comme le montrent ces quelques vues souvenirs :

Après chargement du bassin et de son support dans le camion de déménagement loué par Benjamin (un gros Master de 11 m<sup>3</sup>) on attaque le démontage de la serre en commençant par enlever le film vieux de 5 ans :



Puis c'est le démontage des supports, un peu comme une tente à l'ancienne.

On aboutit à un « champ de bataille ».... Reste à nettoyer les structures métalliques et les trier.



Puis transport et chargement au camion :



Le bénéficiaire semble heureux de la tâche accomplie :



Mais cela n'est qu'une partie du travail car il reste à trier et choisir tout le petit matériel si utile au spirulinier : des tuyaux, pompes, transformateurs, réactifs divers, produits pour analyses (en vérifiant les dates limites), toiles de filtration.

### **La Saga de la C-Phycocyanine**

Chacun sait combien la teneur en ce composant le plus important de la spiruline peut être variable suivant les différents producteurs à travers le monde. Au Sahel et en Chine elle peut n'être que de 5 % (en poids sec), en Californie de 7 à 8 %, et en France de 10 à 14 % c'est considéré comme fort bien. Mais un producteur, Joan Bénard, frôle systématiquement les 18-20 %. Si la majorité des spirulines « paysannes » affichaient ce niveau, quel beau fleuron cela ferait pour la profession qui serait même en droit de majorer ses prix vu l'importance de la C-Phyco...

Il m'a semblé intéressant de rassembler les facteurs qui contribuent chacun pour sa part à augmenter le taux de phycocyanine :

- 1) Depuis longtemps on sait que **l'intensité du rayonnement solaire** joue un grand rôle, facile à expliquer d'ailleurs : si la lumière est faible, automatiquement la cyanobactérie va agrandir la surface de ses "panneaux solaires" pour compenser le manque, comme le font les installateurs de centrales solaires. Pour que ce soit possible il faut évidemment éviter toute carence en azote. En effet en cas de carence la spiruline va puiser dans son réservoir d'azote que constitue pour elle ses "panneaux solaires". Par ailleurs il est connu que la phycocyanine peut être détruite par photolyse si la lumière est trop forte, donc c'est une bonne précaution de la protéger en travaillant sous ombrage.
- 2) Un deuxième facteur intervient : **la thermolyse de la phycocyanine** à température trop élevée. Ce facteur peut déjà intervenir dans la culture si on dépasse 40°C, mais grâce à l'ombrage il a peu de chances de jouer dans le bassin. Par contre il peut intervenir énormément pendant le séchage au-dessus de 40°C. On a intérêt à limiter la température de séchage à 35°C.
- 3) La thermolyse ne dépend pas que de la température : un troisième facteur, le **temps de séchage**, joue évidemment un rôle très important.



- 4) Et pour diminuer ce temps de séchage un quatrième facteur intervient : le **pressage** pour éliminer au maximum l'eau contenue dans la biomasse pressée.
  
- 5) Et un cinquième facteur intervient, et de manière importante : la **nature de la souche** de spiruline. En effet la morphologie des filaments d'Arthrospira intervient pour retenir plus ou moins d'eau pour un pressage donné. On comprend assez facilement qu'une spiralée non écrasée par le pressage (pour ne pas casser les filaments) retienne de l'eau dans le "tube" qu'elle forme. Par contre une Paracas ondulée est capable de se tasser plus facilement, les filaments se collant les uns aux autres. On peut atteindre ainsi une biomasse de Paracas pressée à 30% de sec, un avantage considérable pour diminuer le temps de séchage par rapport à une Lonar. Trois heures devraient suffire avec un bon séchoir.
  
- 6) J'ajouterai un 6<sup>ème</sup> facteur : la présence dans la culture d'une quantité nulle ou infime de cyanobactéries étrangères, pas seulement pour une raison de toxicité mais parce que toutes les cyanos contiennent de la phycocyanine (d'où leur nom) et mieux vaut que la phyco que nous affichons provienne uniquement d'Arthrospira ! Point en cours de vérification par Joan via Limnologie (Fred Pitois).

### **Cordonnées de Joan Bénard, champion de la Phycocyanine**

Joan Bénard, Chemin de la Lecque, 13760 Saint-Cannat

Tél : 06.16.55.23.83

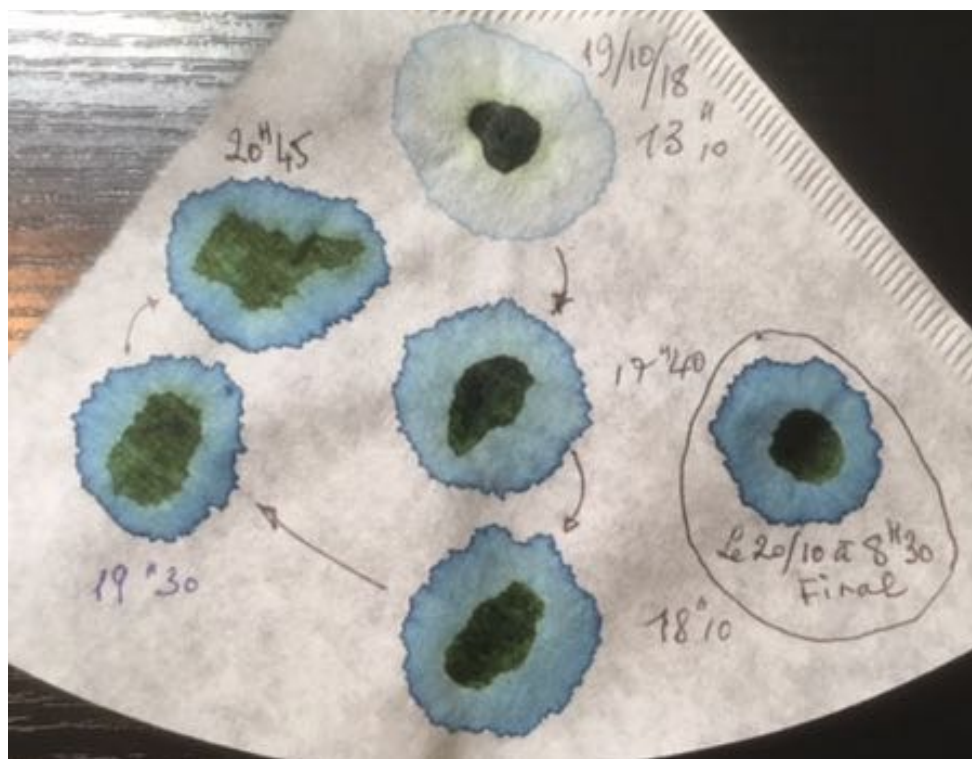
Mail : info @[spiform.fr](mailto:info@spiform.fr) ou joan.benard@hotmail.fr

Site : <https://www.spiform.fr>

### **Résultat d'un test Phyco selon le Manuel, effectué le 19/10/18 sur SPIFORM (lot 021810)**

4% d'échantillon en poudre dans 100 ml d'eau déminéralisée, sans ajout de glycérine, avec agitation intermittente. Chaque tache correspond à une goutte de liquide. La mise en route s'est faite à 13 hr.

On voit que dès 17 hr 40 une grande partie de la phyco est déjà sortie (comparer avec la tache finale à 8hr 30 le lendemain matin). En fait dès 18 hr le 19/10 la couleur était déjà pratiquement la même ; 5 hr suffisent dans ce cas :



JPJ

### Essai de conclusion sur fixation d'azote en l'absence d'ammonium

La dernière expérimentation menée à partir du 11/10/2018 avec le « petit bassin d'Angers » a conduit à une conclusion négative qui se dessinait dès juin 2018 où j'écrivais dans les PN :

« Mais un autre souci, bien plus grave pour mon programme de recherche, s'est fait jour : la concentration en nitrate baisse depuis fin avril. Si en même temps la productivité en spiruline augmente on va très vite arriver à zéro nitrate ! Le 21 juin ma réserve de nitrate n'est plus que de 750 ppm. Se pourrait-il que la fameuse fixation d'azote en nitrate ne soit qu'un leurre et que l'aventure s'arrête en juillet une fois consommé tout le nitrate restant, comme dans une diète d'azote ordinaire ? »

C'est bien ce qui s'est produit et a été confirmé par la reprise de la production dès l'ajout d'urée ou de nitrate.

On retiendra tout de même de cette expérimentation avortée qu'en conditions automnales de 2017 la fixation d'azote en nitrate se faisait bien, en l'absence d'ammonium : par exemple on a fixé sous forme de nitrate 2,2 g d'azote/jr/m<sup>2</sup> (soit en équivalant spiruline 22 g /jr/m<sup>2</sup>) sur la période du 11 octobre au 7 novembre 2017. Cela semble confirmer des observations rapportées par Nathalie de Poix (en saison automnale) et par Sébastien Herraiz selon lesquelles il y aurait bien des cas de fixation en nitrate lors des marches sans urée .

JPJ

### Essai de clarification d'un sujet controversé

Combien de grammes de spiruline sèche à 60 % de protéines équivalent en protéines à 100 g de viande de bœuf fraîche "à 20 % de protéines" ? Cette question paraît anodine mais contient une multitude de pièges possibles quand on veut l'approfondir. Ces pièges ne sont pas du côté de la spiruline mais du côté de la viande. En fait la composition de la viande au moment de sa consommation est variable à cause des multiples traitements qu'elle doit subir pour se conserver jusqu'à l'assiette sans trop de dangers pour les consommateurs (il existe une riche littérature sur ce thème).

Une référence donne pour la viande de bœuf hachée : 17% de protéines, 24% de lipides, 1% de cendres et 58 % d'eau. Ces chiffres montrent bien une première difficulté car le bœuf haché est de qualité variable : souvent plutôt à 15 % de lipides, voire 5%. Ces chiffres sont logiquement exprimés en sec puisque l'eau est comptée à part. Admettons une valeur moyenne de 20 % de protéines sèches dans la viande fraîche à 58 % d'eau..

Un rapport FAO/WHO un peu ancien (1973) donne comme besoins journaliers en azote d'un adulte de 70 kg : 5,6 g ou, exprimé en protéines :  $5,6 \times 6,25 = 35$  g de protéines/jour, ou en prenant la viande à 20 % de protéines : 135 g de viande/ jour. Un autre calcul m'a donné 150 g de viande/jour. Prenons la moyenne = 143 g de viande/jour/adulte, qui se traduit en 20% de  $143 = 29$  g de protéines sèches/adulte/jour.

Nous pouvons maintenant calculer la dose journalière de spiruline (à 60 % de protéines) correspondante = **48 g/adulte de 70 kg.**

Si on calcule directement à partir du chiffre FAO de 5,6 g d'azote, on tombe sur 35 g de protéines/jour, soit 58 g de spiruline à 60% de protéines ou 50 g à 70 %.

De telles doses dépassent considérablement ce qui est communément autorisé. Si donc on veut que la spiruline remplace à terme la viande il faudra en extraire les protéines pures (et incolores), quitte à vendre à part la C-phycoyanine. C'est possible, mais là on tombe dans le domaine de la grande industrie. Et même de la grande agriculture car pour nourrir les français en remplaçant la viande il faudrait 30.000 ha de bassins.

Actuellement on trouve la viande ou le poisson à environ 15 €/kg en moyenne en supermarché, soit 45 €/kg de spiruline. En tenant compte de la valeur de la phycoyanine on dépasserait évidemment ce niveau de prix au détail.

### **BRESIL**

Par l'intermédiaire de Thierry Conroi, spirulinier installé au Brésil, nous avons reçu une thèse brésilienne sur un mode séchage de la spiruline innovant et très intéressant, que nous avons essayé de comprendre, en fait sans vraiment y arriver, non pas pour une question de langue mais d'un point de vue technique.

Il faudra que Thierry Conroi nous explique comment ça marche, lui qui a entrepris de se construire un séchoir selon les mêmes principes.

### **RDC**

Le 2 octobre j'ai été surpris de recevoir le mail suivant de la part de Michel Halbwachs <[halbwachsmichel@orange.fr](mailto:halbwachsmichel@orange.fr)> :

« Je suis en retraite de professeur de physique à l'Université de Savoie et je travaille depuis une trentaine d'années sur le problème des lacs à forte concentration en gaz dissous :

<http://mhalb.pagesperso-orange.fr/nyos/index.htm>

<http://mhalb.pagesperso-orange.fr/kivu/index.htm>

Je suis actuellement engagé, avec une société que j'ai créée, Limnological Engineering, sur l'extraction du méthane du lac Kivu. Nous avons réalisé en 2010 une station d'extraction qui a fourni 3,6 MW sur le réseau rwandais mais ce projet n'a pas été poursuivi par suite de problèmes conflictuels avec les investisseurs rwandais.

Je travaille actuellement, sous un contrat passé avec le Ministère des Hydrocarbures du gouvernement congolais, sur le dégazage du golfe de Kabuno qui fait partie du lac Kivu. Ce golfe est actuellement saturé en gaz carbonique et présente des risques d'explosion cataclysmale gazeuse du type lac Nyos au Cameroun (2 millions de personnes menacées). Comparativement à Nyos que nous avons totalement dégazé, Kabuno contient 10 fois plus de gaz carbonique et est situé à 15 km de Goma (1 million d'habitants).

L'eau issue de ce golfe est saturée en CO<sub>2</sub> et présente une très importante densité en sels dissous : notamment phosphate de fer, magnésium, ...

A partir de cette situation tout à fait particulière, je voudrais monter un projet industriel de production de spiruline. Nous avons déjà tenté un tel projet en 2008 -2009 (cf. document attaché) mais notre avantage actuellement, c'est d'être présent sur le terrain pendant les deux ans que dure notre contrat pour le dégazage du golfe.

Les points forts de ce projet peuvent être résumés ainsi :

- Un projet humanitaire : les régions Sud et Nord Kivu souffrent d'une malnutrition extrême qui touche notamment la croissance des enfants (absence de vitamines et de protéines),
- Un climat régulier et ensoleillé toute l'année vers 25 °C : il devrait être possible de chauffer des serres à 35°C en utilisant simplement des panneaux solaires en appoint,
- La présence gratuite de CO<sub>2</sub> et de bicarbonates issus de l'extraction de l'eau du golfe,
- L'eau de rejet de l'extraction est chargée en nutriments (phosphates). »

En bref le Professeur Halbwachs demande de l'aide pour ce projet spiruline humanitaire à grande échelle car il avoue ne pas connaître la technique de production.

Je lui ai transmis le Manuel de culture qu'il n'avait pu se procurer, mais il est certain que cela ne lui suffira pas et qu'il aura besoin de l'aide de spiruliniers expérimentés s'il veut réussir à produire de la spiruline de qualité alimentaire dans un délai raisonnable et en quantité correspondant aux besoins locaux.

C'est un projet louable mais difficile à réaliser.

\*\*\*\*\*