SEMINAIRE DE FORMATION SUR LA CULTURE ET LA VULGARISATION DE LA SPIRULINE AU MANIEMA ORGANISE PAR COOPADEM DE KASONGO

ACTIVITES DE LA PREMIERE JOURNEE DU JEUDI 20 FEVRIER 2003-03

1. Allocution du président de la COOPADEM

Prenant la parole, le représentant de la COOPADEM a dit que la COOPADEM qui est une coopérative paysanne de production agricole et artisanale du Maniema, consciente de ses responsabilités sociales, a bien voulu associé les invités et participants à ce séminaire dans le but de permettre de découvrir la portée de ses différentes initiatives et de promouvoir la concertation entre les différents acteurs de développement du Sud-Maniema.

L'un des objectifs de la COOPADEM consiste à lutter contre la malnutrition et la famine dans la province du Maniema et pour y parvenir les efforts ont été menés afin de sensibiliser et mobiliser des masses paysannes qui avaient rompu avec le travail agricole depuis le début de la guerre en 1997 à l'Est de la République Démocratique du Congo.

Créée en octobre 2000, la COOPADEM a vécu toutes sortes de difficultés telles que la méfiance des populations locales vis-à-vis de ses initiatives et la campagne d'intoxication menée par les ennemis du développement, le manque de semences améliorées, le manque d'outils aratoires et de moyens de transport et communication. Malgré toutes ces difficultés, la COOPADEM s'est assigné des objectifs d'organiser des magasins de sécurité alimentaire et des cantines paysannes à travers le Sud Maniema pour l'intérêt de la population.

Les cultures traditionnelles du maïs, de l'arachide, du manioc associées à celles de soja, de choux, de carotte ont été entreprises par la COOPADEM qui a surtout mis l'accent sur celle du soja dont les qualités nutritives sont remarquables.

Monsieur Zacharie Kasongo, représentant de la COOPADEM à Genève lui a fait découvrir la spiruline, la nouvelle plante plus nutritive que le soja et les techniques culturales de cette plante sont entrain d'être mises à jour.

2. Allocution de Monsieur l'inspecteur du territoire du développement rural de Kasongo.

Prenant la parole à son tour, monsieur l'inspecteur du développement rural remercia monsieur Zacharie KASONGO pour avoir pensé à la formation des participants au séminaire et à la vulgarisation de la spiruline dans le territoire de Kasongo en particulier et dans le Sud Maniema en général.

Il promit à l'assemblée que ses animateurs ruraux s'attelleront à la culture et à la vulgarisation de la spiruline

S'adressant aux participants, il leur demanda d'être attentifs à leur formation concernant la culture et la vulgarisation de la spiruline, la nouvelle plante qui luttera contre la malnutrition au Maniema.

3. Intervention de l'Ingénieur OTOKA, chargé du service de l'agriculture territoriale

Exprimant ses sentiments de gratitude envers Monsieur Zacharie KASONGO LUKONGO pour avoir pensé en premier lieu à la province du Maniema concernant la culture de la spiruline, l'ingénieur OTOKA remercia également COOPADEMN pour son initiative d'avoir choisi ce dernier, qui le représente à Genève et qui a bien voulu participer au développement du Maniema à travers l'introduction de la culture de la spiruline, nouvelle plante engagée dans la lutte contre la malnutrition.

4. Allocution de Monsieur Zacharie KASONGO LUKONGO

Dans son intervention, Monsieur Zacharie KASONGO LUKONGO a d'abord présenté sa biographie et son curriculum vitae en République Démocratique du Congo et à l'extérieur dans les mouvements associatifs de développement.

Présentant ANTENNA TECHNOLOGY, l'intervenant déclara qu'il s'agit d'une association sans but lucratif, qui a été créé à Genève en 1989.
Les objectifs des statuts d'Antenna sont :

- Favoriser l'étude, l'organisation et l'action de toutes les formes des technologies appropriées, plus particulièrement dans le domaine de l'éco-développement relatifs aux besoins essentiels des populations ;
- Evaluer et promouvoir les technologies appropriées en recommandant aux services gouvernementaux, , aux organisations intergouvernementales et aux ONG, toutes initiatives dans la mise en œuvre et l'établissement de ces techniques ;i
- Favoriser l'information et toutes publications qui seraient à repenser et simplifier les technologies alimentaires et nutritionnelles afin de les rendre accessibles et appropriées aux conditions socio-culturelles des populations démunies ;
- Promouvoir la spiruline comme outil de lutte contre la malnutrition.

Pour lancer des nouveaux programmes et assurer une autonomie suffisante aux sites, ANTENNA TECHNOLOGY s'est fixé des objectifs pour les trois prochaines années, à savoir :

- créer 50 sites ;
- développer les 20 sites existants ;
- distribuer la spiruline à 50 000 enfants,
- former les techniciens locaux à la culture<de la spiruline,
- dispenser une éducation nutritionnelle auprès des femmes,
- organiser des forum des rencontres entre producteurs, afin de favoriser les échanges, développer le réseau internet et mise en place du réseau intranet,
- diffuser auprès de la presse et des médias,
- sensibiliser les institutions nationales en charge de la santé publique,

- prendre contact avec les institutions internationales (FAO, UNICEF, UNHCR, PAM, BM) de la nécessité d'établir une politique de lutte contre la malnutrition des enfants.
- prendre contact avec les gouvernements,
- développer une équipe logistique (suivi des projets, comptabilité, secrétariat,…)
- Former 10 spécialistes en algoculture afin capables d'assurer la mise en place et le suivi des nouveaux projets,
- Développer la recherche scientifique sur les spirulines leur production et leur utilisation.

Pour terminer l'intervenant a dit que la spiruline lutte contre la cécité parce qu'elle contient la vitamine A ; elle contient également la vitamine B12 : La dose journalière par enfant et pendant 30 jours est de 1 gramme qui permet la récupération de l'enfant souffrant d'une ma nutrition très avancée

5. Allocution du représentant de l'Administrateur du territoire de KASONGO

Prenant la parole, le représentant de l'administrateur du territoire de Kasongo a excusé son chef à l'ouverture du séminaire organisé par COOPADEM sur la culture et la vulgarisation de la spiruline parce qu'il présidait une réunion de sécurité. Il loua les efforts de COOPADEM qui ne cesse de contribuer au développement du territoire de Kasongo en particulier et du Sud-Maniema en général. Ensuite il déclara ouvert le séminaire sur la culture et la vulgarisation de la spiruline.

La première journée du séminaire se clôtura par la projection sur video d'un film sur la culture de la spiruline avant que les participants n'aient pris leur déjeuner.

Fait à Kasongo, le 20 février: 2003.
Le secrétaire du séminaire

ACTIVITES DE LA DEUXIEME JOURNEE DU VENDREDI 21 FEVRIER 2003.

1. Présentation des participants.

La journée du vendredi 23 février 2003 a commencé apr la présentation des participants.
En effet, chaque participant au séminaire sur la culture et la vulgarisation de la spiruline s'est présenté en citant son nom et son association d'origine.

2. Exposé de Monsieur Déogratias KABONGA, nutritionniste de l'ONG CONCERN.

La malnutrition et ses conséquences dans le monde.

2.1. Introduction

En guise d'introduction à son exposé, Monsieur KABONGA déclara que : « la déclaration universelle des Droits de l'Homme énonce les droits à une alimentation

suffisante. La conférence internationale sur la nutrition et le sommet mondial sur de l'alimentation tenus à Rome respectivement en 1992 et en 1996, ont proclamé dans la Déclaration Mondiale sur la Nutrition que le bien-être socio-économique d'un pays ne saurait être assurés dans aucune nation si chaque personne n'a pas un accès garanti à une nourriture suffisante et saine.

Une nutrition adéquate dès la naissance est une condition préalable à la bonne croissance physique, mentale et psychoaffective de l'enfant et à la santé de l'adulte.

Plusieurs pays dans le monde ont fait régresser sensiblement la malnutrition, en adoptant des politiques et en mettant en œuvre des stratégies et des activités cohérentes de promotion de l'alimentation et de nutrition afin d'éliminer la faim et la malnutrition qui sont des causes importantes de la pauvreté surtout dans les pays en voie de développement.

En république Démocratique du Congo, la malnutrition constitue un grand problème de santé publique. Les maladies de carence sévissent dans toutes les provinces ; des milers de personnes souffrent des maladies provoquées par des aliments et de l'eau contaminés, des guerres et des conflits ethniques ont entraîné le déplacement des millions des personnes et des réfugiés que la précarité des conditions de vie rend très vulnérable du point de vue nutritionnel.

2.2. Analyse de la situation nutritionnelle en République Démocratique du Congo

La situation nutritionnelle en République Démocratique du Congo est préoccupante et se caractérise par :
une prévalence élevée du déficit pondéral des enfants à la naissance, allant jusqu'à 23 % dans certaines provinces :
un faible taux de l'allaitement maternel exclusif jusqu'à 4 mois et des pratiques inadéquates de l'allaitement maternel et de l'alimentation de complément, entraînant des diarrhées fréquentes qui précipitent souvent la malnutrition chez les enfants,
un retard de croissance élevé des enfants de moins de 5 ans, qui est aux alentours de 57 % en milieu rural et de 46 % en milieu urbain, d'où la conséquence de malnutrition chez les enfants,
une carence sévère en vitamine A témoignée par une moyenne nationale de 61,1 % d'enfants de 6 à 36 mois avec une hypovitaminose A,
une prévalence élevée de l'anémie chez les femmes enceintes (62 %) et chez les enfants de moins de 5 ans (55 %) résultant notamment d'une carence sévère en fer.
Une réduction de la prévalence des troubles dus à la carence en iode (TDCI) suite à la consommation généralisée du sel iodé dans les ménages,
Plus de 70 000 cas de paralysie sciatique aiguë liée à la consommation régulière de manioc amer suffisamment roui, repartis dans les provinces de Bandundu, Kasaï Oriental et Occidental ainsi qu'à l'Equateur,
un apport alimentaire moyen par jour insuffisant,
une absence quasi totale du suivi nutritionnel des personnes vulnérables et/ou déjà malades,
une fréquence élevée des maladies infectieuses liées à l'hygiène alimentaire défectueuse entretenue surtout par l'alimentation de la rue,

une présence notable des problèmes de santé liés à une alimentation très riche en lipides et en glucides et à des modes de vie malsains tels que l'obésité, les maladies cardio-vasculaires dont l'hypertension, le diabète, la goutte qui sont une cause fréquente de décès prématurés surtout parmi les personnes âgées,
des flambées répétées des cas de malnutrition frappant lourdement les populations suite aux catastrophes et situation d'urgence entraînant des mouvements des personnes (guerres, conflits ethniques, épidémies, inondations, éruptions volcaniques, séismes…),
des données nutritionnelles fragmentaires peu fiables et insuffisantes pour permettre une bonne prise de décision,
insuffisance de la coordination des activités de nutrition entre le niveau central, intermédiaire et la base pour une surveillance nutritionnelle correcte au niveau national.

2.3. Définition des quelques concepts.

2.3.1. Alimentation : C'est l'action de nourrir qualitativement et quantitativement en vue d'assurer le développement harmonieux de l'organisme.

2.3.2. La sous-alimentation est une ingestion alimentaire insuffisante.

2.3.3. La suralimentation est une alimentation plus riche en calorie, alimentation trop abondante, ingestion d'aliments en quantité su prieure aux besoins.

2.3.4. La famine est une sous-alimentation forcée d'une population par déficience générale des rations alimentaires

2.3.5. La faim est l'ensemble de sensations provoquées par la privation de nourriture, qui incite à la recherche des aliments et que l'ingestion de nourriture fait disparaître.

2.3.6. Aliments : substance qui peut être digérés, qui peut servir à la nutrition. On distingue trois types d'aliments :les aliments d'énergie (glucides et lipides) ; les aliments de construction (protéines) et les aliments de protection (vitamines et sels minéraux).

2.3.7. Nutriments : substance alimentaire pouvant être directement et entièrement assimilée, utilisée par l'organisme, sans avoir à subir des modifications de la digestion, et pouvant ainsi être introduite par voie intraveineuse (hexoses, acides aminés, acides gras, eau).

2.3.8. Nutrition : C'est l'ensemble des procédés par lesquels l'organisme vivant utilise les aliments pour assurer son propre fonctionnement normal (la vie, la croissance, le fonctionnement entre les apports des organes et tissus et la production d'énergie). C'est aussi une science consacrée à l'étude des aliments et leur valeur nutritionnelle chez l'h0omme normal et chez l'homme malade.

2.3.9. Santé : D'après l'O.M.S., la santé est un état du complet bien être< physique, mental et social et ne consiste pas seulement à l'absence des maladies ou d'infirmité. Or l'état de santé d'une population est généralement fonction de son

environnement sanitaire et de sa connaissance des questions de nutrition, de l'hygiène, de sa culture.

2.3.10. L'état nutritionnel : Pour l'O.M.S., c'est l'état de l'organisme qui résulte de l'ingestion, de l'absorption des aliments ainsi que des facteurs de nature pathologique, c'est-à-dire lié aux maladies. Un individu a un bon état nutritionnel s'il y a adéquation (équilibre) entre les apports nutritionnels (ce que l'organisme mange et consomme) et les besoins nutritionnels (les dépenses, les pertes et les réserves de l'organisme).

2.3.11. La malnutrition : est une alimentation mal équilibrée ou mal adaptée à un individu ou à une population.

3. Différents types de malnutrition.

a. La malnutrition chronique : Elle se manifeste par un retard de croissance et elle est due à un manque de nutriments (protéines, lipides, glucides, vitamines et sels minéraux).
b. La malnutrition aiguë : Elle est le reflet de la situation nutritionnelles actuelle ou présente d'un enfant et elle est due à des manques nutritionnels énergétiques et/ou à des maladies telles que des maladies infectieuses, parasitaires ou microbiennes.
c. La malnutrition aiguë sévère (le kwashiorkor et le marasme) :
    - Le marasme (déficit global en calorie), dont le symptôme principal est l'extrême maigreur ;
    - Le kwashiorkor (déficit en protéines principalement) dont le symptôme principal est la présence des oedèmes bilatéraux.
    -

4. Les conséquences de la malnutrition.

- Un retard de croissance mentale et physique chez le jeune enfant,
- Une augmentation du taux de mortalité chez les enfants,
- Une diminution du système de défense immunitaire de l'organisme face aux infections parasitaires, microbiennes et virales, et expositions aux maladies infectieuses,
- Une diminution de la quantité de lait maternel produit chez la femme allaitante,
- La naissance de bébé de faible poids de naissance (moins de 2500 grammes),
- Un manque d'énergie et d'enthousiasme au travail entraînant une baisse de la productivité et une diminution de rendement au sein de la communauté.

5. La lutte contre la malnutrition.

Pour lutter contre la malnutrition surtout chez les enfants, il faut :

- allaiter exclusivement au sein dès la naissance jusqu'à l'âge de six mois,
- suivre correctement le calendrier de sevrage de l'enfant,

- respecter le calendrier de vaccination de l'enfant : l'enfant doit recevoir six vaccins du programme élargi de vaccination (P.E.V.),
- faire suivre la croissance de l'enfant lors des consultations prénatales,
- suivre les séances d'éducation nutritionnelle et sanitaire dans les centres de santé et appliquer les conseils donnés par les agents de santé,
- posséder un jardin potager chez soi pour avoir des légumes frais.

6. Solutions et recommandions.

- la formation du personnel de santé afin d'améliorer le dépistage, la référence et la prise en charge des enfants mal nourris sévères et modérés et développer la politique de nutrition à assise communautaire,
- la mise en place des projets de sécurité alimentaire pour assurer la promotion de la sécurité alimentaire des ménages par :
- la promotion du jardinage dans les ménages et milieu hospitalier,
- la promotion et la vulgarisation des aliments enrichis,
- la promotion de la production et de la consommation des aliments locaux de complément, des aliments à haute valeur nutritive et du petit élevage.

Intervention de Monsieur Zacharie KASONGO

Les stratégies de lutte contre la malnutrition.

Dans son intervention, Monsieur Zacharie KASONGO LUKONGO s'est appuyé en la technique de « brainstorming » ou « déchaînement des cerveaux » dont le but est de favoriser la production d'idées de chaque participant afin d'obtenir une créativité permettant à l'animateur du séminaire de faire le sondage se rapportant aux stratégies de lutte contre la malnutrition.
Quelques stratégies ont été citées par les participants telles que :

- entraide dans les travaux champêtres,
- allaitement maternel prolongé (2 à 3 ans),
- polygamie…

Exposé de Monsieur Daniel AMURI LUPEMA Chef de section de l'institut supérieur médical de Kasongo

La spiruline, une réponse à la malnutrition

1. Introduction.

1.1. Présentation.

Les spirulines font partie du règne végétal c'est-à-dire des algues bleues-vertes « les cyanobactéries, les monères ou procaryotes.

Systématiquement, on distingue deux variétés :
- Spirulina maxima et spirulina plantensis.

1.2. Habitat.

Elles croissent naturellement dans les eaux alcalines de certains lacs en zones chaudes.

1.3. Taille :

Microscopique de l'ordre de 0'1 mm. Elles se présentent comme des minuscules fils.

1.4. Forme :

Elles se présentent comme des minuscules filaments enroulés en spires plus ou moins serrées et nombreuses suivant les souches.

1.5. Intérêt :

Les spirulines « algues bleues vertes » consommées depuis de siècles par certaines populations sont l'objet d'une redécouverte depuis quelques années.

- Les spirulines contiennent une impressionnante teneur en protéines, c'est-à-dire une composition protéique équilibrée,
- Dans les spiruline, on y trouve des lipides essentiels rares et de nombreux minéraux ou encore de vitamine B12.
- La spiruline est actuellement l'une des meilleurs solutions pour la production simple d'un complément alimentaire de haute qualité.
- Les conditions extrêmes (salinité et PH) dans lesquelles la spiruline se développe assurent l'hygiène des cultures.
- La production de la spiruline est particulièrement adaptée aux conditions climatiques et économiques de régions où sévit la malnutrition comme Kasongo et ses environs.

2. Objectifs de l'exposé.

2.1. Objectif global :

Présenter la spiruline comme une réponse à la malnutrition qui sévit dans notre région et ses environs

2.2. Objectifs opérationnels :

A la fin de notre séminaire et particulièrement de notre exposé qui présentera les aspects nutritionnels de la spiruline suscitera de l'intérêt de chaque participant :

- A tester,
- A diffuser,
- Et à vulgariser les méthodes simples de productions locales de spiruline.

Notre exposé s'articulera sur les points suivants :

1. Rappel de quelques notions de base et concepts généraux sur la matière vivante,

2. Les propriétés nutritionnelles de la spiruline

2.1. Les Protéines

2.1.1. Quantités, composition
2.1.2. Utilisation protéique nette
2.1.3. Efficacité protéique

2.2. Les Lipides
2.2.1.Lipides totaux
2.2.2. Acides gras
2.2.3. Lipides insaponifiables

2.3. Les glucides

2.4. Acides nucléiques

2.5. Les vitamines

2.6. Les minéraux et oligo éléments

3. Microflore associée aux milieux de culture et aux préparations de Spiruline

4. Etudes toxicologiques chez l'homme

5. Essai nutritionnel chez l'homme

6. Valeur Thérapeutique de la spiruline :études perspectives et questions.

CONCLUSION

1. Rappel de quelques notions de base et concepts généraux sur la matière vivante

1.1. constitution chimique des matière vivante

La matière vivante c'est-à-dire tout ce qui vit st constituée de deux types de substances :

a. De substances inorganiques ou minérales dans lesquelles nous retrouvons :
   - l'eau
   - et les sels minéraux.

b. Les substances organiques dans lesquelles nous retrouvons :
   - Les glucides
   - Les lipides
   - Les protéines

- Les acides nucléiques
- Les vitamines.

1.2. Rôle de chacune de ces substances.

1.2.1. Les substances inorganiques.

a. L'eau étant la substance la plus abondante de la matière vivante (50 à 70 %) de la matière fraîche, elle accomplit plusieurs rôles essentiels chez un être vivant :
   - Elle est un solvant universel,
   - Elle est un réactif chimique,
   - Elle est un milieu de transport,
   - Elle est un milieu de suspension,
   - Elle est stabilisateur de la température

b. Quant aux sels minéraux, ils se présentent dans la matière vivante à l'état ionisé c'est-à-dire en cation (ion positif) et anion (ion négatif) à l'état insoluble comme le phosphate et le carbonate de calcium fixé sur la matière osseuse.

Des ses minéraux dissous en cations ou en anion sont importants pour le maintien de la pression osmotique et nerveuse et de l'équilibre acido-basique.

1.2.2. **Les substances organiques**.

Elles sont constituées des atomes de carbones qui sont fortement liés entre eux par des liaisons covalentes normales, en plus des atomes de carbones qui sont abondantes, l'hydrogène, oxygène et l'azote sont presque toujours associés à cette chaîne carbonée, parfois l'on peut retrouver d'autres éléments tels que le phosphate, le soufre, le fer, etc.

Notre organisme doit s'en procurer pour sa survie à partir de l'extérieur par une alimentation équilibrée. Ces substances organiques jouent plusieurs rôles dans notre organisme.

a. Les glucides (sucres) constituent une source d'énergie importante des êtres vivants. Ils constituent une réserve métabolique importante sous forme de l'amidon chez les plantes et sous-forme du glycogène chez les animaux supérieurs. Ils sont des éléments de recyclage et constituent de structure cellulaire dans la cellulose des végétaux.
b. Les lipides constituent une source énergétique très importante pour les vivants. Ils sont caractérisés par une insolubilité relative dans l'eau et ne solubilité dans les solvants organiques
c. Les protéines servent à la croissance des individus, l'entretien et la réparation de tissus endommagés. De par leurs rôles, on distingue :
   - Les protéines de structure ou contractiles : les enzymes, amylase
   - Les protéines de protection : exemple les anticorps (globules blancs)
   - Les protéines de transport : Hémoglobine
   - Les protéines peuvent être des toxines des poisons
   - Les protéines peuvent être des hormones (insuline, ACTH)

d. Les acides nucléiques sont des macromolécules présentes dans toutes les cellules vivantes. Elles sont soit :

- le support de l'information génétique (caractères héréditaires),
- des agents permettant l'expression de cette information dans la pro synthèse des protéines.

e. Les vitamines sont des substances organiques dont certains organismes sont incapables d'effectuer la biosynthèse et qui doivent lui être apporter régulièrement mais en petite quantité pour permettre un métabolisme normal.

2. Les propriétés nutritionnelles de la spiruline.

2.1. Les Protéines.

2.1.1. **Quantités, composition**.

Du point de vue quantité, la teneur en protéines de la spiruline oscille entre 50 et 70 % de son poids sec. Ce sont des valeurs exceptionnelles car les meilleurs 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.

2.1.2. Qualité

Du point de vue qualitatif, les protéines de la spiruline sont complètes car tous les acides aminés essentiels y figurent (la leucine, Isoleucine, la valine, la thréonine, la cystéine, la méthionine, la phénylalanine, la tyrosine. Les plus faiblement représentés sont les acides aminés soufrés : la méthionine et la cystéine. Mais par complémentation avec une bonne source d'acides soufrés et éventuellement de lysine et/ou d'histidine : les céréales par exemple comme le riz, le blé et le millet par exemple ou certains oléagineux comme le sésame devraient être d'excellents compléments. Les populations du Tchad qui consomment de la spiruline l'associent au mil qui est spécialement riche en méthionine et cystéine.

2.1.3. Utilisation protéique nette.

Contrairement à d'autres micro-organismes proposés comme sources de protéines (levures, chlorelles…), la spiruline ne contient pas de parois cellulosiques, mais une enveloppe de muréine , c'est-à-dire glucosamines et d'acides muranniaques relativement fragile. Ce fait explique la très bonne digestibilité des protéines de la spiruline. simplement séchée : 83 à 90 %.
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 simplicité de production que pour la préservation de constituants de hautes valeurs tels que vitamines et acides gras poly insaturés.
La valeur de l'utilisation de la spiruline est estimée entre 53 et 61 % soit 85 à 92 % de celle de la caséine.

2.2. Les lipides .

2.2.1. Les lipides totaux.

Du point de vue quantitatif la teneur en lipides totaux de la spiruline oscille entre 5,6 à 7 %. du poids sec, d'autres sources vont jusqu'à obtenir plus de 11 % de lipides

totaux par un meilleur système d'extraction. Ces lipides totaux peuvent être séparés en lipides totaux saponifiables 83 % sont surtout composés de monogaloctosyl diglycéride et digalactosyl diglycérides 23 % de sulfoquinovosyl diglycérides 5 % et de phosphatidyl glycérol 25,9 %. Il y a absence phosphatidyl choline et phosphatidyl éthanolamine.
Les lipides totaux insaponifiables (17%) contenant essentiellement une paraffine, des pigments, des alcools terpéniques et des stérols.

Répartition des acides gras

pour deux souches de spiruline

acides gras	*Spirulina maxima* (% des acides gras)	*Spirulina platensis* (% des acides gras)
palmitique (16:0)	63	25.8
palmitoléique (16:1ω6)	2	3.8
stéarique (18:0)	1	1.7
oléique (18:1ω6)	4	16.6
linoléique (18:2ω6)	9	12
γ-linolénique (18:3ω6)	13	40.1
α-linolénique (18:3ω3)	traces	traces

2.3. Les glucides

Les glucides constituent 15 à 25 % de la matière sèche des spirulines : Des glucides simples aux glucides assimilables tel que glucosanes, des rhamnosannes ou encore des glycogène. Les parois cellulosiques de spiruline sont formées de glucosamines et d'acides muremique associés à de peptides. Elles sont fragiles et rendent le contenu cellulaire très accessible aux enzymes de digestion.

Du point de vue nutritionnel, la seule substance glucidique intéressante par sa quantité est le méso-inositol phosphate qui constitue une excellente source de phosphate organique. Cette teneur est environ huit fois celle de la viande de bœuf et plusieurs centaines de fois celle de végétaux qui en sont les plus riches.

2.4. Les acides nucléiques

La teneur en acides nucléiques (ADN et ARN) est un point nutritionnel important car la dégradation biochimique d'une partie de leurs composants (les purines: adénine et guanine) produit en dernier lieu de l'acide urique. Or une élévation du taux d'acide urique plasmatique peut produire à la longue des calculs rénaux et des crises de goutte. On admet généralement que la dose maximum admissible à long terme d'acide nucléique se situe aux alentours de quatre grammes par jour, pour un adulte (8). Il faut ajouter que l'ARN produit deux fois plus d'acide urique que l'ADN, pour une

même teneur en purines et que l'élévation du taux d'acide urique dépend aussi de multiples facteurs, tels que l'âge, le sexe ou encore l'obésité...

Chez S. Platensis comme chez S. Maxima, on rapporte des valeurs de 4.2 à 6% d'acides nucléiques totaux dans la matière sèche. La proportion d'ADN serait d'un quart à un tiers par rapport à l'ARN. Ces chiffres sont à mettre en rapport avec d'autres aliments . La teneur en acides nucléiques des spirulines est très inférieure à celle de la généralité des unicellulaires.

2.5. Les vitamines

2.5.1. Provitamine A (ß-carotène)

Le ß-carotène représente 80% des caroténoïdes présents dans la spiruline, le reste étant composé principalement de physoxanthine et de cryptoxanthine. On trouve entre 700 et 1700 mg de β-carotène et environ 100 mg de cryptoxanthine par kilo de spiruline sèche, ces deux caroténoïdes sont convertibles en vitamine A par 1es mammifères. Comme les besoins en vitamine A sont estimés chez l'adulte à moins d'un mg par jour un à deux grammes de spiruline suffisent largement à les couvrir. D'autre part, l'absence de rétinol (vitamine A libre) exclut un éventuel risque de surdosage, le ß-carotène n'étant pas toxique par accumulation au contraire de 1a vitamine A. Les valeurs en ß-carotène données plus haut on été relevées dans des échantillons de spiruline séchée par pulvérisation, donc sans chauffage; dans le cas du séchage sur tambours chauffants, ces valeurs seraient à diminuer de près d'un tiers.

La bio disponibilité des caroténoïdes de la spiruline a été démontrée aussi bien chez le rat que chez le poulet. Des études cliniques ont également démontré l'excellente utilisation des caroténoïdes de la spiruline chez l'humain . De plus, une étude portant sur 5'000 enfants indiens d'age pré-scolaire a montré la surprenante efficacité d'une dose quotidienne unique d' un gramme de spiruline sur la déficience chronique en vitamine A. Après 5 mois, la proportion d'enfants gravement déficients en vitamine A, c'est-à-dire présentant le symptôme de la "tache de Bitot" sur la conjonctive de l'œil, est passée de 80% à 10%. Cette étude semble bien démontrer que de très faibles doses de spiruline suffisent déjà à réduire considérablement les risques de cécité et d'atteintes neurologiques consécutives à la déficience en vitamine A chez l'enfant.

Du fait du nombre croissant d'indices suggérant une série d'effets anti-cancéreux des caroténoïdes, divers extraits de spiruline ont été testés dans ce cadre. Un effet préventif aussi bien que curatif très significatif a été constaté dans le cas de tumeurs induites expérimentalement chez le hamster. Il s'agit ici de tumeurs épithéliales de la joue, induites par le diméthyl-benzanthracène

Une série de travaux doivent être particulièrement mis en avant dans le contexte de la pandémie de SIDA: il a été démontré que la transmission du SIDA d'une mère contaminée à son enfant dépend fortement de sa déficience en vitamine A. Ainsi plus une femme enceinte séropositive est carencée en vitamine A, plus il est probable que son enfant se retrouve porteur du virus du SIDA (64). La disponibilité d'aliments riches en caroténoïdes est d'autant plus cruciale pour des continents tels que

l'Afrique: l'intérêt du développement de productions locales de spiruline s'en trouve donc encore renforcé.

2.5.2. Vitamine E (tocophérols)

On trouve 50 à 190 mg de vitamine E par kilo de spiruline sèche La teneur comparable à celle des germes de blé. Les besoins quotidiens en vitamine E seraient de 15 U.I soit 12 mg de tocophérols libres. Les propriétés anti-oxydantes du tocophérol pour les acides gras insaturés pourraient expliquer la bonne conservation de ces derniers dans la spiruline séchée.

2.5.3. Vitamines hydrosolubles

Bien que moins riche que la levure en vitamines du groupe B (B12 excepté), la spiruline constitue pourtant une bonne source de ces cofacteurs:

2.6. Les minéraux.

Les minéraux spécialement intéressants chez la spiruline sont le fer, le magnésium, le calcium, le phosphore et le potassium.

La très haute teneur en fer est à souligner doublement du fait que les carences en fer sont très répandues (anémies), surtout chez les femmes enceintes et les enfants et que les bonnes sources alimentaires de fer sont rares. Par comparaison les céréales complètes, classées parmi les meilleures sources de fer, n'en contiennent que 150 à 250 mg/kg. De plus, les suppléments de fer donnés sous forme de sulfate ferreux peuvent poser un problème de toxicité et sont souvent responsables de diarrhées. De leur côté, les céréales sont riches en acides phytique et en polymères phosphatés qui limitent fortement la biodisponibilité de leur fer. Calcium, phosphore et 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. Notons que les régions aux sols pauvres en magnésium sont courantes et provoquent chez les populations qui les habitent, des syndromes de carences comprenant des troubles cardio-vasculaires et nerveux.

Une haute teneur en potassium est également à souligner car dans le cadre des pays industrialisés, bien des nutritionnistes s'élèvent contre les trop faibles rapports potassium/sodium de la grande majorité des aliments disponibles.

Il existe malheureusement très peu de renseignements sur les teneurs de la spiruline en un oligo-élément important : l'iode. On trouve pourtant des données indiquant la possibilité d'obtenir par sélection/adaptation des souches de spiruline capables de fixer de l'iode

2.7. **Microflore associée aux milieux de cultures et aux préparations de spiruline**

La microflore associée aux cultures de spiruline est généralement rare et non pathogène . De fait, l'alcalinité du milieu de culture (pH 8.5 à 11.0) constitue une

excellente barrière contre la plupart des contaminations, aussi bien de bactéries que de levures, de champignons.

La conservation des préparations de spiruline séchée ne semble poser aucun problème puisque ce produit paraît tout à fait résistant aux moisissures

2.8. Etudes toxicologiques

Ces problèmes semblent inexistants pour la spiruline cultivée en milieu artificiel puisque les valeurs observées sont en dessous des normes internationales.

Malgré les éventuelles propriétés toxiques des paraffines lipides insaponifiables aucune toxicité aiguë ou chronique n'est à craindre.

On sait depuis lontemps que certaines cyanobactéries produisent de puissantes toxines agissant sur le système nerveux (l'anatoxine-A de *Anabaena flos-aquae*, par exemple) ou sur le foie (la microcystine de *Microcystis aeruginosa*, par exemple). Aucune contamination par de tels microorganismes n'a été, à notre connaissance, mise en évidence dans le cas de la spiruline, ce qui semble lié à son milieu de culture très particulier.

2.9. Essais nutritionnels chez l'homme

Une étude portant sur 28 enfants atteints de maladies protéino-énergétiques patentes a été réalisée de janvier à novembre 1989 au Zaïre par BUCAILLE Paul « Intérêt et efficacité de l'algue spiruline dans l'alimentation des enfants présentant une malnutrition protéino énergétique en milieu tropical. Les paramètres mesurés lors de ce travail montrent l'effet globalement positif de la spiruline sur le statut nutritionnel des patients, et ce malgré les inévitables aléas d'une étude sur le terrain.

2.10. Valeur thérapeutique de la spiruline : études, perspectives et questions

Les propriétés thérapeutiques de la spiruline sont utilisées aux traitement de diverses pathologies telles que :

→ Anémie ferriprive

→ Anémie pernicieuse

→ Avitaminose-A

→ Inhibition de la transmission mère-enfant du VIH

→ Inhibition de l'infection des cellules T4-helper par le VIH

→ Maladies protéino-énergétiques

→ Prévention du cancer par apport de caroténoïdes

→ Radioprotection

→ Renforcement des défenses immunitaires

L'exposé de Monsieur Daniel AMURI LUPEMA, qui a été très intéressant a été suivi par plusieurs questions d'éclaircissement. Un déjeuner a clôturé la deuxième journée du séminaire sur la culture et la vulgarisation de la spiruline.

Fait à Kasongo, le 21 février 2003.

ACTIVITES DE LA JOURNEE DU SAMEDI 22 FEVRIER 2003

Cette journée a été animée par le seul animateur Monsieur Zacharie KASONGO sur le thème : Cultiver la spiruline

Après avoir donné le plan détaillé de son sujet, l'intervenant s'est attelé à présenter les deux sortes d'objectifs de son sujet
Objectif général : Contribuer à la lutte contre malnutrition
Objectifs spécifiques : -

- Introduire la culture de la spiruline au Maniema
- Diminuer le taux de malnutrition sévère chez les enfants de moins de cinq ans en ramenant à 0 % d'ici une année.
- Amener chaque famille du Sud Maniema à cultiver et consommer la spiruline.

Ce module poursuit ses objectifs sur le plan du savoir et du savoir faire :
Du point de vue du savoir :

- Faire acquérir aux participants des connaissances théoriques sur la spiruline et la mise en place des bassins de culture ;
- Former des formateurs capables de vulgariser la spiruline.

Du point de vue du savoir-faire :

- Monter un bassin familial de culture de spiruline,
- Cultiver la spiruline,
- Consommer la spiruline.

1. **Les paramètres essentiels pour la production de la spiruline.**

Les deux paramètres essentiels fondamentaux qui contribuent à constituer le climat favorable à la culture de la spiruline sont la température et la pluviométrie. Ici à Kasongo, la pluviométrie est 1 200 à 1 500 mm par an.

1.1. La température

La température du liquide de culture influence directement la vitesse de croissance de la spiruline: bien qu'assez résistante au froid (jusqu'à 3-5°C au dessus de zéro), la spiruline ne commence à croître d'une manière appréciable qu'au dessus de 20°C. La vitesse de croissance est maximale vers 35-37°C. Au delà de cette température, on risque rapidement une destruction de la culture (qui survient à coup sûr après quelques heures au delà de 43-44°C). Notez que de brusques variations de température sont néfastes.

1.2. La pluviométrie.

La conduite des bassins de culture nécessite un minimum de ressources en eau. Les La présence d'eaux de pluie sont intéressantes car propres et neutres (pas de minéraux en solution). Mais il faut faire attention aux eaux de pluie de Goma par exemple. A cause du gaz qui s'échappe des volcans, les eaux de pluies de Goma contiennent de l'acide sulfurique , donc très toxique.
La présence d'une couverture translucide au dessus des bassins pour éviter une dilution du milieu de culture est une bonne solution dans les régions à fortes précipitations.

1.2.1. Climat idéal :

Il existe des climats idéaux où il ne fait jamais froid et où les pluies sont harmonieusement reparties.
La saisonnalité.

Dans les régions tempérées l'hivers est généralement trop froid pour cultiver la spiruline.

2. Les Bassins de culture.

2.1.. Matériels nécessaires

- Un flacon de spiruline vivante
- Un bassin couvert d'une surface totale de 4 m^2 comprenant: 2 feuilles de polyéthylène 0.2 mm, 4 armatures en demi-cercle, trois barreaux de 4 m, des planches ou des briques pour la construction des murets.
- 1'000 litres de milieu de culture (eau, engrais et sels minéraux selon recette)
- Quelques instruments de mesure simples: un disque de Secchi, du papier-pH, un thermomètre
- Un équipement de récolte

2.2. Construction des bassins de culture.

Pour une production familiale ou artisanale, on se contentera des bassins de petite taille (plus ou moins 4 m^2).

Il existe plusieurs types des bassins, mais nous en retenons trois :

- Bassins à bâche plastique. La bâche plastique doit avoir au minimum une épaisseur de 0,5 mm. Elle doit être de préférence de qualité alimentaire et résistante aux rayons ultraviolets.

Photo d'un bassin en tissu enduit, Ecopark, Madurai, Tamil Nadu (Inde), 18 m^2, 1998 :

- **Bassins en dur**

Le fond d'un bassin en ciment doit être construit sous forme d'une dalle en béton armé de 10 cm d'épaisseur minimum, de très bonne qualité, sur terrain bien compacté. Les bords du bassin peuvent être en briques, en parpaings ou en béton armé. Eviter les angles vifs. Soigner l'enduit d'étanchéité (avec adjuvant imperméabilisant), et le peindre à la chaux ; il est bon d'attendre quelques jours, bassin plein d'eau, avant d'ensemencer en spirulines (sinon l'alcalinité de la chaux ou du ciment frais peut jaunir très rapidement les spirulines). Des bassins de grande longueur (50 à 100 m) peuvent être construits sans joint de dilatation grâce à un enduit minéral souple (mais cher = 13 $/m²). Le mariage béton-film plastique est aussi une solution, soit que le film double le béton pour l'étanchéiser, soit qu'une partie du bassin soit en film plastique et l'autre en béton

Chez les Pères Camiliens à Davougon (Bénin), 8 m², 1994 :

Bassins en argile :

Creuser sur 20 cm et faire un talus bien tassé de 20 cm également, le tout en pente douce. Si le terrain n'est pas naturellement argileux, garnir la surface d'une couche d'argile humide de bonne qualité, de 3 à 5 cm d'épaisseur, bien tassée pour éviter les fissures. Garnir les rebords de tuiles ou briques cuites, ou de plastique pour éviter les fissurations lors des baisses de niveau. La spiruline pousse remarquablement bien dans un bassin en argile, mais sa pureté bactériologique doit être surveillée de plus près (risques accrus de présence de microorganismes anaérobies au fond). L'étanchéité n'est pas complète, mais elle peut être améliorée avec un film plastique même très mince.

2.2. Montage du bassin couvert

On choisira un espace plat d'au moins 2m x 8m, en situation bien dégagée (ou légèrement ombrée en climat très chaud). Le bassin sera construit selon le schéma p.13, en employant des briques, des parpaings, des planches ou simplement des remblais de terre compactée pour en confectionner les murets. En présence de termites, on déposera une couche d'au moins 1 cm de cendres sous la bâche de fond; en présence de rongeurs, on posera un grillage métallique (type poulailler) sous la bâche de fond. Il est prudent (mais pas indispensable) de doubler la bâche de fond, spécialement si l'on ne dispose que de feuille plastique de moins de 0.2 mm d'épaisseur. Dans tous les cas, le fond du bassin sera soigneusement lissé avant d'y déposer la bâche.

Les armatures soutenant la couverture transparente du bassin peuvent être réalisés en fer-à-béton de 6-8 mm ou en bambou. On peut aussi adopter une forme triangulaire (en " A ") plutôt qu'en demi-cercle. La couverture transparente (polyéthylène agricole, anti-UV si possible) sera fixée sur trois côtés par remblayage de terre ou de pierres. Un côté long sera laissé sans fixation pour permettre l'accès à la culture (en soulevant le plastique). On testera l'étanchéité du bassin en y laissant au moins 10 cm de hauteur d'eau pendant une nuit (vérifier le niveau le lendemain, puis vider le bassin)..

Le bassin peut être couvert par des bâches, par la chaume ou des pailles. Il est conseillé de mesurer régulièrement la température

2.4. Nombre et surfaces du bassin.

Mieux vaut construire 2 ou plusieurs petits bassins qu'un seul grand. Ainsi on pourra en vider un pour le nettoyer ou le réparer par exemple sans perdre son contenu, et si une des cultures se contamine, n'est pas en bonne santé ou meurt, l'autre permettra de continuer et de réensemencer

2.5. Agitation du bassin

L'agitation est nécessaire pour homogénéiser, pour favoriser l'élimination de l'oxygène et assurer une bonne répartition de l'éclairage parmi toutes les spirulines. Il est impératif d'agiter au moins occasionnellement 2 à 4 fois par jour. Une agitation violente endommage la spiruline.

2.6. Container, bassine, citerne.

Il arrive qu'on utilise comme petits bassins, des récipients translucides, des bouteilles, bombonnes, bassines. Il faut savoir que la vitesse de photosynthèse sera plus rapide dans de tels récipients parce que le milieu de culture y reçoit la lumière de plusieurs côtés et se chauffe aussi plus vite.

3. Milieu de culture.

3.1. Préparation des milieux de culture.

L'eau utilisée doit être potable (PH neutre) si possible peu calcaire. Une eau légèrement salée est aussi utilisable.

3.2. La recette du liquide de culture pour spiruline.

Pour :	1 litre	2 litres	3 litres	5 litres	10 litres	25 litres	100 litres	500 litres
Bicarbonate de soude	16 g	32 g	48 g	80 g	160 g	400 g	1.6 kg	8 kg
Nitrate de potassium[1]	2 g	4 g	6 g	10 g	20 g	50 g	200 g	1 kg
Sel [2]	1g	2 g	3 g	5 g	10 g	25 g	100 g	0.5 kg
Phosphate d'ammonium[3]	0.1 g	0.2 g	0.3 g	0.5 g	1 g	2.5 g	10 g	50 g
Thé vert fort	1 ml	2 ml	3 ml	5 ml	10 ml	25 ml	1 dl	0.5 l
Sulfate de fer	10 mg	20 mg	30 mg	50 mg	0.1 g	0.25 g	1 g	5 g
(Sulfate de magnésium)[4]	0.1 g	0.2 g	0.3 g	0.5 g	1 g	2.5 g	10 g	50 g
(Sulfate de potassium)	0.5 g	1 g	1.5 g	2.5 g	5 g	12 g	50 g	250 g
(Chlorure de calcium ou chaux, ou plâtre)[4]	0.1 g	0.2 g	0.3 g	0.5 g	1 g	2.5 g	10 g	50 g

[1] ou nitrate de soude (mais dans ce cas, le sulfate de potassium devient indispensable)

[2] sel marin brut de préférence, à défaut: sel de cuisine

[3] phosphate mono-ammonique $(NH_4)H_2PO_4$, ou di-ammonique $(NH_4)_2HPO_4$ ou encore mono-potassique KH_2PO_4

[4] indispensable pour des eaux très douces (régions très peu calcaires, granitiques ou silicieuses)

3.3 .Et Si l'on n'a aucun produit chimique.

Dans ce cas, on peut utiliser les produits naturels par exemple on peut utiliser le bicarbonate naturel américain ou le natron.

On peut encore utiliser le centre de bois. Pour fabriquer la lessive de cendre, on utilise les mêmes dispositifs que pour la fabrication des savons « KIBABOLA »

3.4.. Renouvellement du milieu de culture.

Le milieu de culture doit rester peut coloré et peu trouble pour assurer la meilleure marche. Si les pluies font monter le niveau des bassins au point où il risque de déborder, il faut aussi pratiquer une purge pour remettre le niveau du bassin.

4. Ensemencement du bassin.

4.1.Mesure de la concentration d'une culture de spiruline.

La centration d'une culture de spiruline peut être évaluée par l'intensité de sa couleur. On mesure la concentration de spiruline par l'échelle de Secchi. Il s'agit d'une règle graduée à l'extrémité de laquelle se trouve fixé perpendiculairement un petit disque blanc.

On plonge cet instrument dans la culture jusqu'au point où le disque cesse d'être visible. La profondeur du disque est alors lue sur la règle graduée.

Une culture est diluée si le disque de Secchi reste visible au-delà de 5-6 centimètres de profondeur. Une valeur de 2-3 cm correspond à une culture prête à la production. Des valeurs inférieurs à 2 cm indiquent qu'il est nécessaire de diluer la culture ou de récolter fortement.

En bonne condition, la quantité de spiruline présente dans une culture double tous les 2 à 4 jours jusqu'à atteindre une concentration maximum, Secchi inférieur à 1,5 cm.

4.1.1.Phase de croissance et obtention de culture de 50 litres.

Si l'on ne dispose que d'un petit échantillon de culture de spiruline (quelques cm^3), prélever la moitié de cette quantité et la diluer dans ¼ litre de milieu de culture, par exemple dans une bouteille bien lavée de plastique transparent. Garder le reste de l'échantillon en réserve. La spiruline très diluée est fragile: éviter de l'exposer en pleine lumière, ou de l'agiter violemment. Placer la culture dans une situation claire mais sans lumière solaire directe; remuer doucement une fois par jour et attendre qu'elle devienne d'un vert très soutenu (Secchi < 3 cm). Suivant la quantité initiale de spiruline, cette première phase de croissance peut prendre 1-4 semaines. Procéder ensuite à des dilutions de la culture en doublant son volume par du milieu neuf, chaque fois qu'une densité de moins de 3 cm de Secchi est atteinte. En bonne conditions, ces dilutions successives devraient avoir lieu tous les 2 à 4 jours. On peut à ce moment placer la culture au soleil, à condition de veiller à ce que sa température ne dépasse jamais les 37-38°C; on procédera alors à au moins 3-4 agitations manuelles par jour.

4.1.2. Ensemencement du bassin au moyen des 50 litres de pré culture

Afin d'éviter une trop forte dilution, on commencera par ensemencer un quart du bassin, soit une surface de 1 m^2: on créera un mini-bassin temporaire en posant délicatement une petite poutre (ou de tout autre objet adéquat) en travers du bassin principal, à un mètre de l'un de ses petit coté. La surface de 1 m^2 ainsi délimitée sera garnie d'une feuille de plastique de 1.5m x 1.5m. Attention à ne pas endommager la bâche de fond ! On préparera 100 litres de milieu neuf dans ce petit bassin, les 50 litres de culture y seront ensuite versés et on mettra en marche la pompe d'agitation. Lorsque cette culture sera concentrée (Secchi < 2 cm), on retirera la séparation temporaire (ainsi que le plastique du mini-bassin) et on ajoutera 250 litres de milieu neuf. Si la profondeur du liquide est un peu inférieure à 10 cm, on l'ajustera avec de l'eau. Lorsque la densité de spiruline sera à nouveau proche de 2-3 cm de Secchi, on ajoutera* 600 litres de milieu neuf : le bassin contiendra alors 1.000 litres de culture (25 cm de profondeur sur 4 m^2 de surface).

Fait à Kasongo, le 22 février 2003.

ACTIVITES DE LA JOURNEE DU DIMAMNCHE 23 FEVRIER 2003.

Monsieur Zacharie KASONGO LUKONGO a commencé par la révision du module animé samedi 22 février 2003. Ensuite il s'adressa aux participants en leur recommandant ce qu'il dfaut faire en cas de culture et vulgarisation de la spiruline :

- s'assurer de la disponibilité de l'ensemble des matériaux, des engrais et de l'emplacement nécessaire ;
- prendre contact avec Antenna Technologie aux adresses ci-après :
    - ANTENNA TECHNOLOGY
    - 29, rue de Neuchatel
    - GENEVE SUISSE.

- Tél 00 41 22 731 1034
- Fax 00 41 22 731 97 86
- www.antenna.ch
- E-mail: antenna.geneve@worldcom.ch
-

Ou avec un producteur de spiruline afin de commander un échantillon de spiruline vivante.

- Dès la réception de la spiruline vivante, préparer quelques litres de milieu de culture et procéder à la multiplication de la spiruline.
- Lorsqu'on dispose d'environ 50 litres de culture de la spiruline bien concentrée, procéder à la construction du bassin couvert.
- Une fois l'étanchéité du bassin testée, mettre en place le mini-bassin. Tester l'étanchéité du mini bassin (10 cm d'eau quelques heures).
- Préparer 100 litres de milieu de culture et ensemencer le mini-bassin.
- Lorsque la spiruline du min bassin est suffisamment concentrée, retirer les éléments du mini-bassin et ajouter 600 litres du milieu neuf.

5. Récolte

Lorsque la concentration de la culture passera au dessous d'un Secchi de 2-3 cm, on procédera à la récolte, de préférence le matin (surtout si l'on veut sécher la spiruline, mais notez toutefois qu'il est plus simple et préférable de la consommer directement, comme une pâte à tartiner ou un fromage frais).

5.1. Filtration

Assembler le matériel de récolte : toile, tamis , récipient.

La toile de sérigraphie en polyster (éventuellement en nylon) des mailles comprises entre 30 et 60 microns sont idéales pour la réalisation du filtre.

D'autres tissus en mailles très serrées (spécialement la soie) sont utilisables quoique bien plus fragiles.

5.2.Pressage.

On peut presser à la main ou mettre une grosse pierre sur la spiruline. Le pressage a pour objectif d'extraire le plus de liquide possible. Ainsi pressée la spiruline doit avoir la consistance d'un fromage frais. Attention, dès ce moment, la spiruline doit être considérée comme de la viande ou du lait ; respecter scrupuleusement les règles d'hygiène et les délais de conservation. Si l'on ne veut pas la sécher, il faut la consommer dans les heures qui suivent la récolte (maximum 2 jours au frigo).

Si l'on ne sèche pas la spiruline, on pèsera la pâte pressée et l'on divisera ce poids par quatre pour obtenir la spiruline sèche.

5.3. Extrusion, séchage

Le séchage est une bonne méthode de conservation de la spiruline à long terme (au moins une année, si conditionnement correct). Ce séchage doit être mené le plus rapidement possible (moins de 6 heures) mais, si l'on utilise un séchoir chauffé, on évitera de dépasser les 60°C pour ne pas détruire les vitamines et acides gras essentiels. Pour faciliter son séchage, la pâte de spiruline doit être extrudée sous forme de filaments (genre spaghettis

Une fois pressée, la pâte de spiruline contient environ 25% de matière sèche. Son poids se réduit donc d'environ ¾ au séchage.

5.4.Conditionnement

Une fois bien secs, les " spaghettis " de spiruline sont réunis sur une toile propre et grossièrement brisés à la main, à travers la toile. Les paillettes obtenues doivent être conservées au sec, à l'abri de l'air et de la lumière (par exemple dans des boîtes métalliques, des pots opaques, etc.) Dans ces conditions, les qualités nutritionnelles de la spiruline sont préservées pour au moins un an.

- Par souci d'hygiène, ne jamais toucher la spiruline (surtout fraîche) avec les mains: porter des gants ou utiliser des ustensiles de cuisine propres.
- Une fois sèche, la spiruline ne doit jamais être rehydratée (sauf pour consommation immédiate).

6. Maintenance de la culture

6.1. Apports d'engrais compensatoires

Après une récolte, il est indispensable de remplacer les éléments absorbés par la spiruline. On ajoute alors, **proportionnellement à la récolte de spiruline**, un mélange d'engrais agricoles.

6.2.Recette du mélange d'engrais:

1.4 kg de nitrate de potassium

50 g de phosphate monoammonique

30 g de sulfate de potassium

30 g de sulfate de magnésium

(10 g de chaux ou de plâtre, si l'eau manque de calcaire)

Mélanger très soigneusement ces produits (le mieux est de les broyer ensemble dans un mortier) et conserver ce mélange au sec. Après chaque récolte, peser la

spiruline récoltée (poids sec ou ¼ du poids de la pâte de spiruline après pressage). Pour chaque gramme de spiruline récoltée, apporter [env. 1 cuillère à café rase] de mélange au bassin. Si l'on a seulement mesuré, après pressage, la longueur du boudin récolté on ajoute 6 g [env. 1 cuillère à soupe rase] de mélange par cm de boudin.

Dissoudre le mélange dans 2-3 litres d'eau, ajouter une pincée (env. 0.1 g) de sulfate de fer; dissoudre* puis verser dans le bassin.

7. Apports d'eau et contrôle de la température de la culture

Le niveau du bassin doit rester constant. Mesurer régulièrement sa profondeur et, le cas échéant, ajouter la quantité d'eau nécessaire. En climat très chaud, il peut être nécessaire de laisser le bassin ouvert, afin de faciliter une certaine évaporation et donc un refroidissement du liquide (rappel : 35-37°C est optimum, ne jamais laisser la culture dépasser 40°C !). Dans ce cas, protéger les ouvertures par une toile de moustiquaire.

On peut aussi ombrer le bassin aux heures les plus chaudes, par exemple en disposant un tissu ou des nattes sur la structure. Pour un ombrage de 50%, l'effet sur la productivité reste très faible, mais il croit rapidement au delà de cette valeur. Ombrage et ouvertures doivent être périodiquement ajustés en fonction de la température maximum de la culture aux heures les plus chaudes.

8. Purges

Afin d'éviter une lente détérioration du milieu de culture, ainsi que pour compenser le carbone absorbé par la spiruline, on procédera au renouvellement régulier d'une petite partie du liquide de culture.

9. Résumé des opérations d'une journée de récolte (* : avec séchage)

- Mesure de la concentration du bassin (Secchi), de son pH et de sa profondeur
- Filtration d'environ 200 - 300 litres (si Secchi < 3)
- Elimination d'une partie du liquide filtré (= purge, si pH > 10.5)
- Pressage de la spiruline, pesée puis *extrusion de la pâte sur les plateaux du séchoir, *début du séchage
- Préparation et addition du milieu neuf (quantité équivalente à la purge)
- Pesée (proportionnelle à la récolte) et addition des sels compensatoires et de l'eau nécessaire au maintien du niveau.
- Nettoyage du matériel
- Contrôle de la température en début d'après-midi (aération ou ombrage si besoin)
- *Fin du séchage: récupération et broyage grossier des " spaghettis ", pesée et conditionnement.

10. Contrôle de qualité

10.1 Qualités apparentes

La pâte de spiruline fraîche doit être d'un vert très sombre, pratiquement sans odeur et sans goût. Une teinte bleue-rougeâtre indique un pressage trop violent, ou une durée de conservation dépassée (dans ce dernier cas, odeur d'œuf pourri).

Une spiruline sèche de bonne qualité doit être d'un vert très sombre, d'une odeur caractéristique (algue/champignon) peu prononcée et d'un goût faible. Une teinte bleu turquoise indique une forte exposition à la lumière (sans danger, mais qualité nutritionnelle fortement diminuée).

10.2. Mini tests de qualité

Lorsque l'on laisse séjourner quelques minutes à quelques heures une pincée de spiruline en poudre dans un verre d'eau, une coloration d'un bleu intense se développe. Il s'agit d'une protéine majeure chez la spiruline: la phycocyanine. L'absence d'une telle coloration indique un mauvais séchage (trop chaud), ou, pour un échantillon commercial, une fraude. Une coloration **immédiate** peut indiquer un pressage trop violent ou une dégradation du produit avant/pendant le séchage .

11. Arrêt temporaire : conservation d'une culture sans production

Pour garder une culture "en veilleuse ", on ramènera, si il y a lieu, sa concentration à une densité moyenne (Secchi environ 3 cm) par récolte. Le pH devra être inférieur à 10.5 (purger si nécessaire). Enfin, on ombrera fortement le bassin de culture (en disposant une toile blanche, des nattes, des palmes, etc. sur la couverture plastique). Pas d'obscurité totale !

En cas de très fortes chaleurs, laisser des ouvertures protégées par de la moustiquaire. Il faudra alors apporter de l'eau de temps à autre (vérifier le niveau).

12. Consommation.

12.1. Alimentation humaine.

La spiruline ne remplace pas les aliments caloriques tels que le manioc, le riz ou le maïs, mais c'est un ingrédient idéal de la sauce protéinée qui accompagne la boule africaine par exemple , apportant non seulement ses protéines mais de nombreux autres éléments très favorables à la bonne santé de tous et notamment des enfants.

Mille mélanges et recettes peuvent être inventées pour consommer la spiruline crue ou cuite de manière agréable.

12.1.1.Biomasse fraîche.

La biomasse fraîche peut être consommée directement après récolte ou mise en conserve.

La spiruline fraîche et crue est plus efficace que la spiruline séchée et/ou cuite, car plus digeste et plus riche à certains éléments actifs comme le béta carotène, la phycocianine, l'acide gamma-linolénique et le fer assimilable.

12.1.2.La spiruline cuite.

En cas de doute sur la qualité bactériologique de la spiruline fraîche ou sèche, il est prudent de cuire une ou deux minutes surtout pour les personnes affaiblies ou les enfants en bas âge. Mais il faut savoir que la phycocianine est détruite au-dessus de 70 degrés.

12.2. Conserve de la spiruline fraîche.

On peut saler à 10 % de sel la biomasse fraîchement pressée en homogénéisant soigneusement le mélange et garder à 20 degrés C plusieurs mois dans un bocal sous une couche d'huile.

13. Hygiène.

Les règles d'hygiène doivent être scrupuleusement respectées.

Voici quelques recommandations de bon sens :

- Vérifier qu'il ne reste pas de spiruline dans les recoins du matériel après nettoyage,
- Utiliser les ustensiles de couleur blanche de préférence,
- Eviter les contacts de la spiruline sèche avec la spiruline fraîche,
- Eviter les contacts des ustensiles avec le sol ou le ciment qui sont des nids à microbes,
- Couvrir les récipients contenant de la spiruline fraîche pour éviter qu'elle se salisse.

CONCLUSION.

La lutte contre la malnutrition dans le Sud Maniema. Par l'introduction de la spiruline dans les habitudes alimentaires nécessite ou requiert la conjugaison des efforts d'un chacun. C'est en unissant ces efforts entre l'élite du savoir, l'élite du pouvoir et l'élite de l'avoir que nous parviendrons à mettre fin à la faim qui ronge nos cellules de base.(nos familles).

Fait à Kasongo, le dimanche 23 février 2003.