

Utilisation des normes qualités comme outils
de pérennisation des fermes de spiruline
dans les pays en voie de développement

INTRODUCTION GENERALE

PREMIERE PARTIE : GENERALITE SUR LA SPIRULINE

Introduction

I. PRESENTATION DE LA SPIRULINE

1. Spiruline : Généralités
2. Gisements naturel de spiruline dans le monde
3. Conditions physiques et chimiques de croissance
 - 3.1 Facteurs climatiques
 - 3.2 Facteurs liés au milieu de culture
 - 3.3 Facteurs liées aux techniques de culture
 - 3.3.1 Récolte
 - 3.3.2 Agitation
 - 3.3.3 Séchage
 - 3.3.4 Conditionnement et conservation
4. Constituants et apports nutritionnelles de la spiruline
 - 4.1 Protéines et acides aminés
 - 4.2 Lipide
 - 4.3 Glucide
 - 4.4 Composition en acides nucléiques
 - 4.5 Vitamine
 - 4.5 Sels minéraux et oligo-éléments
 - 4.6 Pigments

II. TOLERANCE ET ACCEPTABILITE

1. Toxicité
- 2 Réaction allergène

III. LES UTILISATIONS DE LA SPIRULINE

1. Utilisation de la spiruline à usage humain
 - 1.1 Aliment riche et équilibrée
 - 1.2 Utilisation dans un régime amaigrissant
 - 1.3 Amélioration de la capacité des sportifs
 - 1.4 Cosmétique
 1. 5 Colorants alimentaires
2. Utilisation de la spiruline à usage animal
 - 2.1 Apport nutritionnel aux animaux
 - 2.2 Augmentation de la pigmentation

VI. PRODUCTION DE SPIRULINE

1. Systèmes de culture de la spiruline
 - 1.1 Culture avec engrais chimiques
 - 1.2 Culture biologiques
 - 1.3 Système intégré
 - 1.4 Comparaison des systèmes de culture
2. Modes de production
 - 2.1 Production artisanale
 - 2.2 Production semi-industrielle et industrielle

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

V. PROJET D'EXPLOITATION D'UNE FERME DE SPIRULINE DANS LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT

1. Place de la spiruline des PVD dans la production mondiale
2. Problèmes rencontrés par les initiateurs de projet
 - 2.1 La complexité de la filière
 - 2.2 La maîtrise de la culture
 - 2.3 Formation du personnel local
 - 2.4 Pérennisation de la ferme
 - 2.5 Le contexte économique mondial
3. Conseils pour réussir un projet de ferme pérenne.
 - 3.1 Choix du partenaire
 - 3.2 Mission préparatoire
 - 3.3 Etude d'avant-projet
 - 3.4 Recherche de fonds
 - 3.5 Etude technique détaillée
 - 3.6 Construction
 - 3.7 Formation du personnel et démarrage de la culture
 - 3.7 Suivi de l'exploitation, circuits humanitaires et commerciaux

VI. IMPACT SOCIO-ECONOMIQUE DES FERMES DE SPIRULINE DANS LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT

1. Moyen de lutte contre la malnutrition et d'amélioration de la santé
2. Création d'emploi et amélioration de revenus
3. Assurer la formation
4. Protection de l'environnement

DEUXIEME PARTIE : ENJEUX DES NORMES QUALITES DANS LA FILIERE SPIRULINE DANS LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT

I. MARGINALISATION DES FERMES DE SPIRULINE DANS LES PVD

1. Un cadre institutionnel et réglementaire régissant les fermes de spiruline inexistant
2. Des structures administratives de gestion du contrôle des fermes inexistantes
3. Des services d'inspection en matière de contrôle qualité inefficaces
4. Un manque de laboratoires accrédités
5. Un faible investissement dans la filière spiruline
6. Un manque d'accompagnement, d'information et de formation des producteurs de spiruline
7. Des infrastructures et biens publics insuffisants
8. Le manque de compétitivité des fermes à l'exportation

II. ENJEUX DE LA QUALITE DANS LE COMMERCE INTERNATIONAL

1. Qualité
 - 1.1 Définition
 - 1.2 Enjeux de la qualité dans la filière spiruline
 - 1.3 Composantes de la qualité
2. Contrôle qualité
3. Sécurité alimentaire et commerce international
4. Codex Alimentarius et mesures Sanitaires et Phytosanitaires (SPS)
 - 4.1 Codex Alimentarius
 - 4.2 Mesures Sanitaires et Phytosanitaires (SPS)
 - 4.3 Utilisation des acquis internationaux dans la gestion de la qualité des fermes de spiruline dans les pays en voie de développement

III. SECURITE SANITAIRE D'UNE FERME DE SPIRULINE

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

1. BPA/BPF/BPH
2. Démarche qualité HACCP
3. Système de traçabilité
 - 3.1 Définition
 - 3.2 Enjeux et objectifs de la traçabilité dans une ferme de spiruline
 - 3.3 Avantages de la traçabilité
 - 3.4 Limites
4. Obstacles à la mise en place des systèmes de sécurité sanitaire dans une ferme de spiruline
 - 4.1 Obstacles internes aux fermes
 - 4.2 Obstacles externes
5. Mise en place des systèmes de gestion de la qualité et de la sécurité sanitaire de la spiruline
 - 5.1 Politique nationale de sécurité sanitaire des aliments
 - 5.2 Stratégie de mise en œuvre d'un système de gestion de la qualité et de la sécurité sanitaire au sein d'une ferme de spiruline
 - 5.3 Actions visant à faciliter la mise en œuvre d'un système de sécurité sanitaire au sein d'une ferme.

IV. AUTONOMIE ET PERENNITE DES FERMES DE SPIRULINE DANS LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT

1. Analyse d'une ferme de spiruline autonome et pérenne.
 - 1.1 La superficie des bassins de production
 - 1.2 L'exploitation de la ferme
 - 1.3 La production
 - 1.4 Distribution
 - 1.5 Rentabilité, autofinancement et pérennité.
2. La ferme Nayalgué
 - 2.1 Présentation
 - 2.2 Installation de la ferme
 - 2.3 Production
 - 2.4 Distribution
 - 2.5 Autonomie de la ferme
3. Etude de projet d'une ferme de spiruline de 600m²
 - 3.1 Installation de la ferme
 - 3.2. Production
 - 3.3. Distribution de la spiruline

V. CERTIFICATION DES FERMES DE SPIRULINE

1. Certification ISO 22000
 - 1.1 Principes
 - 1.2 Avantages
 - 1.3 Etapes de mise en œuvre d'une certification ISO 22000
 - 1.4 Etapes de la certification
 - 1.4 Coût
 - 1.5 Rentabilité et autonomie financière d'une ferme certifiée ISO 22000
2. Certification produits biologiques
 - 2.1 Définition
 - 2.2 Objectif
 - 2.3 Etapes de la certification
 - 2.4 Coût
 - 2.5 Production bio
 - 2.6 Analyse de la rentabilité et de l'autofinancement
3. Comparaison selon le type de marchés

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

TROISIEME PARTIE : OUTILS D'AIDE A LA DECISION

I. GUIDE D'AIDE A LA PRODUCTION DE QUALITE

1. Manuel de Bonnes Pratiques de Production et Bonnes Pratiques d'Hygiène
2. Manuel qualité de type HACCP
3. Manuel de traçabilité

II. GUIDE D'AIDE A LA COMMERCIALISATION

1. Autorisations
2. Commercialisation humanitaire
 - 2.1 Choix des associations chargées de la vente
 - 2.2 Définition du pourcentage et du prix destinés à l'humanitaire
 - 2.3 Constat de l'efficacité de la spiruline sur les bénéficiaires
3. Commercialisation sur les marchés
 - 3.1 Commercialisation nationale
 - 3.2 Commercialisation sur les marchés internationaux

CONCLUSION GENERALE

Bibliographie

INTRODUCTION GENERALE

L'ensemble de la planète est aujourd'hui plus que jamais touché par la malnutrition. Cette notion change d'aspect selon le contexte géographique et économique. Surpoids et obésité d'une part, diverses carences d'une autre. Conscients d'une suralimentation nuisible dans les pays développés, les services de santé concernés ne cessent de sensibiliser la population à manger raisonnablement et équilibré.

Dans cette même optique, plusieurs organismes ont été mis en place depuis la création de l'ONU pour combattre la faim et la sous-alimentation dans le Tiers-Monde, où le faible pouvoir d'achat, la disponibilité en aliments et la méconnaissance des valeurs nutritionnelles font obstacles à l'équilibre alimentaire.

Depuis sa redécouverte en 1940 au Tchad, la spiruline grâce à ces propriétés nutritionnelles est devenu l'aliment privilégié des Organisations Non Gouvernementales (ONG) et associations de lutte contre la malnutrition. Plusieurs projets de production de spiruline ont donc été réalisés dans les Pays en Voie de Développement (PVD) pour disposer localement de cet aliment. L'idéal des ces projets est d'aboutir à des fermes pérennes et autonomes par la commercialisation d'une partie de la production et la distribution de l'autre partie dans des circuits humanitaires, à un prix inférieur au prix de revient. La partie commercialisée supporte le manque financier engendré par la partie humanitaire. Le système de gestion et de commercialisation mis en place dans de tel projet doit permettre à un grand nombre de malnutries de se procurer la spiruline à moindre coût tout en gardant la bonne santé financière de la ferme. En d'autre terme, il faut augmenter au maximum la marge bénéficiaire de la part commercialisée. L'une des solutions pour y parvenir est de commercialiser des produits de qualité.

La mise en place d'un système qualité au sein d'une ferme permet de vendre la spiruline à un prix élevé mais à également un coût. En respectant les conditions du marché international et en commercialisant la spiruline sous un label, la ferme peut arriver à s'autofinancer et se pérenniser. Le respect de ces normes doit surtout se faire sous certaines conditions sinon l'exploitation fera faillite.

Cette étude, présentée en trois parties, a été chargée de déterminer sous quelles conditions les normes qualités peuvent-elles être des leviers ou des barrières pour les fermes de spiruline dans les pays en voie de développement.

La première partie présente la spiruline et les impacts des projets de production de spiruline dans les PVD.

La seconde partie fait une analyse sur la manière de pérenniser une ferme de spiruline grâce aux normes de qualité et fait des recommandations.

La troisième partie propose un outil d'aide à la décision qui permettra aux acteurs de la filière pour améliorer leur activité. Cet outil est composé d'un guide d'aide à la production de spiruline de qualité et un guide d'aide à la commercialisation.

PREMIERE PARTIE : GENERALITES SUR LA SPIRULINE

I. PRESENTATION DE LA SPIRULINE

1. Spiruline : Généralités

La Spiruline est une cyanobactérie, anciennement désignée par le terme « algue bleue » puis cyanophycée. Elle est classée parmi les bactéries gram négatives et peut être unicellulaire ou pluricellulaire. C'est une bactérie autotrophes, c'est-à-dire capables d'utiliser l'énergie de la lumière pour la photosynthèse avec production d'oxygène. Elle est également capable de fixer l'azote atmosphérique.

La spiruline tire son nom de ces filaments non ramifiés enroulés en spirales, qui ressemble à un minuscule ressort à boudin (Fig 1 et 2). Elle a une longueur moyenne de 250 µm quand elle possède 7 spires. On trouve cependant des spirulines ondulées et des spirulines droites. Cette particularité est en relation directe avec les conditions écologiques rencontrées dans leur habitat. En conditions expérimentales, le temps de duplication maximal de la spiruline est de 7 heures.

Il est à noter qu'il y a parfois malheureusement des confusions provenant à la fois d'erreurs de déterminations scientifiques dans les années 1950 et de la dénomination commerciale de certaines cyanobactéries alimentaires. En pratique, il faut retenir que le terme "Spiruline" correspond au nom commercial d'une espèce de cyanobactérie alimentaire appartenant toujours au genre *Arthrospira*. Le mot "Spirulina" est le nom commercial anglophone de la spiruline, mais il désigne également un genre de cyanobactérie assez éloigné de *Arthrospira*, et surtout non comestible (par exemple : *Spirulina major*, *Spirulina subtilissima*, *Spirulina princeps*, *Spirulina gigantea* ou *Spirulina subsalsa*) (Hélène CRUCHOT, 2008).

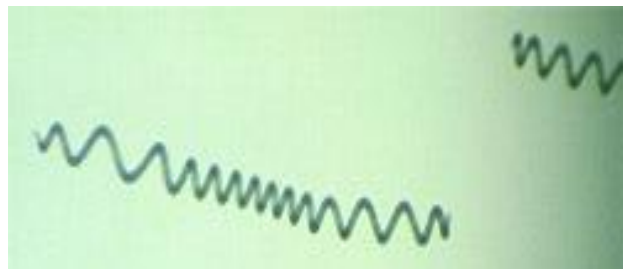
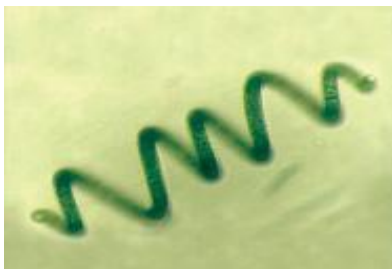


Fig 1 et 2 : observations de spiruline au microscope optique
(source : www.aromatic-provence.com, www.penseebio.canalblog.com)

A l'état naturel, la spiruline se développe préférentiellement dans des eaux chaudes, alcalines et riches en nutriments azotés et phosphorés. Plus communément, elle s'observe dans les eaux

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

saumâtres, ainsi que dans les lacs salins de régions tropicales et semi-tropicales. Son caractère thermophile et ses besoins importants en lumière limitent son aire de répartition à une bande intertropicale située environ entre 35° de latitude Nord et 35° de latitude Sud.

2. Gisements naturels de spiruline dans le monde

La présence d'un gisement naturel de Spiruline dans un lac ou une mare n'est pas due au hasard, mais aux différents facteurs climatiques et pédologiques qui rendent favorable le développement de ce microorganisme. Les milieux favorables au développement de la spiruline sont alcalins et riches en nutriments azotés et phosphorés. Le milieu doit être également bien éclairé avec une température élevée. De telles conditions se trouvent naturellement dans de nombreux sites répartis sur la ceinture intertropicale.

Le Tableau 1 et 2 en annexe présentent respectivement des sites possédant des gisements naturels de Spiruline et des sites potentiels des gisements de spiruline dans différents pays du monde, d'après Fox (1999b)

3. Conditions physiques et chimiques de croissance

Pour se développer, la spiruline a besoin de conditions climatiques favorables, d'éléments minéraux qu'elle puise dans son milieu de culture et d'une bonne maîtrise des techniques et conditions de culture.

3.1 Facteurs climatiques

Les facteurs climatiques fondamentaux pour le développement de la spiruline sont :

a) La température

La spiruline pousse idéalement lorsque la température du milieu de culture est de 37°C. Des températures supérieures à 40°C ne lui conviennent pas, et, elle meurt lorsqu'elle est exposée à 43°C. Par ailleurs, à 20°C, sa croissance est pratiquement nulle.

Néanmoins, le handicap d'un climat trop froid peut être compensé artificiellement par la construction de bassins sous serre. Ce système est même particulièrement intéressant car il constitue également une protection contre l'évaporation, les insectes, les poussières et les pluies diluviennes, lesquelles peuvent engendrer une dilution du milieu de culture ou une perte de milieu par débordement des bassins.

b) La pluviométrie

La conduite de bassins de culture nécessite un minimum de ressources en eau douce (mieux maîtrisée que l'eau de mer). Les eaux de pluie sont intéressantes car propres et minéralement neutres. La teneur en eau du milieu doit impérativement être constante. Le manque (forte concentration) ou l'excès d'eau (forte dilution) sont néfastes pour la bactérie. Sous les climats à faible pluviométrie, ou à saison sèche longue, il est donc nécessaire de prévoir une citerne pour stocker l'eau de pluie, laquelle sert à compenser l'évaporation des bassins. Il est recommandé d'éviter de conserver cette eau pendant longtemps, car elle peut être un nid de développement microbien. A l'inverse, dans les régions à fortes précipitations (région équatoriale et subéquatoriale), la présence d'une couverture translucide au-dessus des bassins permet d'éviter une dilution et un débordement du milieu de culture. Des siphons d'une longueur dépassant légèrement le milieu de culture sont également installés dans les bassins pour évacuer l'eau douce.

c) L'ensoleillement

Les régions où le soleil est généreux toute l'année sont favorables au développement des spirulines. Dans les régions tempérées (le sud de la France), la culture de spiruline est saisonnière car l'hiver est généralement trop froid et moins ensoleillé pour cultiver la spiruline (sauf avec chauffage et éclairage artificiel trop coûteux). Dans les régions chaudes, le soleil est disponible pratiquement toute l'année. La spiruline est également produite sur toute l'année avec des périodes de réduction de la production, voir d'arrêt, dûs à l'importance des pluies, de la sécheresse ou des vents de sable à certaine période de l'année.

3.2 Facteurs liés au milieu de culture

La spiruline s'épanouit mieux dans une eau à la fois salée et alcaline. L'eau utilisée pour le milieu de culture doit être de préférence potable ou au moins filtrée, le plus important étant l'élimination des microorganismes et des corps étrangers. Il faut également faire attention aux minéraux contenus dans l'eau. Si l'eau est dure (forte concentration en minéraux), il se produira des boues minérales, qui décantent rapidement.

Concernant l'alcalinité, le pH initial du milieu doit être assez élevé (entre 7,8 et 8,5). Le pH d'une culture florissante doit en principe se situer entre 9,5 et 10,5. Il faut savoir que lorsque le pH dépasse 10,5, le CO₂ apporté est insuffisant pour compenser le prélèvement par la spiruline et sa croissance est donc limitée par le manque de CO₂. Un apport de CO₂ permet alors d'abaisser le pH tout en fournissant du carbone pour continuer la croissance de la spiruline.

La salinité, correspondant à la somme des poids de tous les sels dissous dans le milieu. Elle doit être au minimum égale à 13 g/litre.

Il est recommandé par les spécialistes que le niveau de l'eau des bassins soit de l'ordre de 20 cm. En effet, cette hauteur donne une inertie thermique et une inertie de pH confortables.

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

En plus du contrôle de ces deux paramètres cités antérieurement (alcalinité et salinité), il faut surveiller les engrais ou intrants qui apportent les nutriments et oligo-éléments pour assurer la croissance de la spiruline. Ces intrants doivent contenir d'une part, de l'azote, du phosphore et du potassium, éléments classiques qui existent sous des formes variées. D'autre part, le soufre, le magnésium, le calcium et le fer doivent aussi être ajoutés dès lors qu'ils ne sont pas apportés en quantité suffisante par l'eau, le sel et les engrais. Les concentrations en intrants seront données dans l'étude des systèmes de culture.

En outre, les analyses suivantes doivent être réalisées avant chaque récolte :

- la détection des anomalies liées à la spiruline telle que le changement de couleur, non-conformité de la taille et du nombre de spire,
- la détection des anomalies liées au milieu telle qu'un changement d'odeur, apparition d'amas,
- le taux de contamination en bactéries
- les conditions physico-chimiques du milieu (PH, densité, température)
- la concentration en spiruline
- le niveau du milieu de culture

Aussi, après chaque récolte, le milieu de culture doit être nourri en nutriment. L'apport est calculé en fonction de la récolte journalière réalisée.

3.3 Facteurs liées aux techniques de culture

L'obtention d'une spiruline de qualité passe par le respect des techniques culturales qui sont les suivantes :

3.3.1 La récolte

Une fois les analyses du jour sont jugées acceptables, la récolte est réalisée tout en maintenant la concentration en spirulines autour de secchi 3. En absence de récoltes, avec suffisamment de nutriments, la concentration en spiruline croit jusqu'à l'équilibre entre photosynthèse et respiration, correspondant à environ 250 g de spiruline/m² de bassin. Il n'est pas bon pour la culture de rester longtemps sans être récoltée. La très haute concentration en spiruline dans le bassin de culture (Fig 1) peut être une cause de mortalité. Inversement il n'est pas bon d'abaisser la concentration au dessus de secchi 3,5. La productivité est plus forte aux basses concentrations mais la culture y est moins stable, et la spiruline y est produite avec une teneur en phycocyanine moins élevée. Il peut également y avoir mort de spiruline due à une forte luminosité.

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

La récolte doit être organisée de façon à maintenir un flux continu entre matières premières et produit fini. Ainsi, une récolte régulière permet à la culture de garder un rythme de croissance exponentiel.



Fig 3 : bassin de culture de la ferme Nayalgué (Crédit : GNECLIE M. A.)



Fig 4 : Pompe électrique (Crédit : GNECLIE M. A.)

Grâce à une pompe électronique au débit étudié (figure 4) ou manuellement, un volume du milieu de culture est prélevé puis filtré à travers un tamis en grille (figure 5) qui retient les corps étrangers et les laves. Il s'ensuit une deuxième filtration par un tissu (figure 6) qui laisse passer le filtrat et retient la spiruline. La patte de spiruline recueillie est appelée biomasse (figure 8) et contient entre 80 à 100g de spiruline sèche/Kg de spiruline égoutté, soit 8 à 10%. En effet il ne conviendrait pas de la laisser traîner à l'air libre, pour éviter les fermentations provoquées par la décomposition des protéines et également toutes contaminations provenant de l'extérieur.



Fig 5 : Tamis en grille en inox (Crédit : GNECLIE M. A.)



Fig 6 : Tissu de filtration (Crédit : GNECLIE M. A.)

3.3.2 Agitation

Dans les petits bassins, l'agitation est manuelle et est effectuée au moins 4 fois par jour, mais la fréquence minimum dépend des conditions et de la souche. Elle augmente avec l'intensité de la lumière et de la flottation. Au milieu d'une journée très chaude, sans ombrage, l'agitation doit être très fréquente (au moins deux fois par heure) ou même continue.

Si l'on dispose d'un mode d'agitation électrique sans danger pour les spirulines (figure 7), l'agitation peut être continue (avec arrêt 15 minutes/heure).

La nuit l'agitation peut théoriquement être arrêtée, mais quand c'est possible deux ou trois agitations nocturnes sont bénéfiques pour diminuer les risques de grumeaux et améliorer l'oxygénation du milieu (auto-épuration). L'agitation continue nocturne, quand elle est possible, favorise nettement l'auto-épuration du milieu mais diminue la productivité.



Fig 7 : Agitation à l'aide d'une roue à aube (Crédit : GNECLIE M. A.)

3.3.3 Séchage

Le séchage est le seul moyen sûr de conserver et de distribuer la spiruline sans chaîne de froid. A la différence des productions industrielles, lors d'une production artisanale, ce sont les filaments entiers de spiruline qui sont soumis au séchage. Le temps de séchage est plus long, mais l'intérieur des cellules n'est pas soumis au contact direct des gaz chauds. La spiruline "égouttée" contient environ 90 % d'eau. La spiruline essorée (Fig 8) en contient encore près de 80 %. Or, la spiruline séchée ne doit pas contenir plus de 7 à 8 % d'eau.



Fig 8 : Biomasse de spiruline essorée (Crédit : GNECLIE M. A.)

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

Comme le séchage doit être suffisamment rapide pour que le produit sèche sans fermenter, la biomasse issue du pressage est préalablement répartie par extrusion en "spaghetti" à l'aide d'une extrudeuse (fig 9), sur un plateau formé d'un cadre garni d'une moustiquaire en nylon ou en inox de maille 1 mm (fig 10). L'extrusion peut aussi se faire à l'aide d'un décorateur de gâteau, d'un pistolet à colle silicone professionnel modifié (type SIKA) ou avec un poussoir à saucisses.



Fig 9 : Essoreuse (Crédit : GNECLIE M. A.)

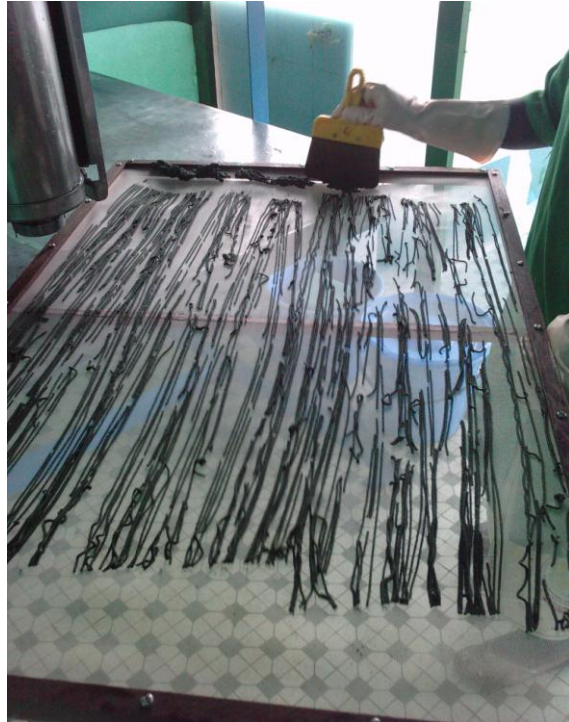


Fig 10 : Spaghettis de spiruline sur une grille de séchage en inox (Crédit : GNECLIE M. A.)

Avec un bon ensoleillement et un air sec, le séchage solaire est la solution la plus économique pour des productions artisanales ou semi-industrielles. Ce mode de séchage nécessite cependant que la spiruline ne soit pas en contact avec un air chargé en microbes et qu'elle ne soit pas exposée directement aux rayons du soleil (fig 11 et 12). Un soleil intense et direct provoque une destruction de la chlorophylle par les rayons UV, ainsi qu'une altération sensible du goût et de qualités nutritives de la spiruline.

Toutefois, le climat chaud et humide de certaines régions d'Afrique (Bénin ou Côte d'Ivoire par exemple) ne permet pas un chauffage solaire. Il faut donc d'autres techniques de séchage : par exemple, le séchage dans une armoire métallique munie d'un déshumidificateur et d'un ventilateur recyclant l'air à travers plusieurs plateaux. Les paramètres conditionnant la teneur finale en eau du produit sont :

- la température de l'air
- l'humidité relative de l'air
- le débit de ventilation dans le séchoir
- la durée du séchage.



Fig 11 : Extérieur du séchoir de la ferme Nayalgué
(Crédit : GNECLIE M. A.)



Fig 12 : Intérieur du séchoir de la ferme Nayalgué
(Crédit : GNECLIE M. A.)

3.3.4 Conditionnement et conservation

La spiruline est plus agréable à consommer et fournit le plus de vitamines dès sa récolte, lorsqu'elle est non séchée. La durée de conservation d'une biomasse non lavée et pressée jusqu'à une teneur en matière sèche comprise entre 20 et 30 %, ne dépasse pas quelques heures à température ambiante. Réfrigérée à 4°C, cette biomasse peut-être conservée deux à trois jours. Cette durée peut atteindre une bonne semaine si on ajoute 5 à 10 % de sel. Le mélange de biomasse de spiruline avec une huile alimentaire ainsi que certains condiments (herbes aromatiques) permettent également de prolonger le temps de conservation.

Le séchage reste de loin le processus de conservation le plus utilisé pour la spiruline. Les méthodes de séchage en couche mince par flux d'air à température modérée sont préférables pour garder les qualités nutritionnelles de la spiruline jusqu'au moment de la consommation. Ce mode de conservation utilisé par les fermes artisanales fait toute la différence entre une production industrielle et artisanale.

La spiruline peut être conditionnée sous forme de granulés (fig 13), poudre (fig 14), de comprimés (fig 15) et de gélules (fig 16).



Fig 13 : Spiruline en granulé



Fig 14: Spiruline en poudre



Fig 15 : Spiruline en comprimé



Fig 16 : Spiruline en gélule

(Source de la Fig 13, 14, 15 et 16 : www.spirulina-vera.com)

Sur le plan de la conservation des qualités nutritionnelles de la spiruline sèche, quatre paramètres sont à prendre en compte :

- le type de séchage (garde les filaments intacts ou brise les filaments),
- le taux d'humidité résiduel (blocage ou activation du développement microbien),
- la protection contre la lumière (destruction des vitamines et de la chlorophylle),
- la protection contre l'oxygène (évite l'oxydation),

L'action combinée de la lumière et de l'oxygène est des plus dommageables dans la conservation de la spiruline, par conséquent, seul un conditionnement opaque et sous vide (ou sous gaz inerte) peut garantir la conservation longue durée de la spiruline. Les sachets aluminisés multicouches thermoscellables sont donc fortement recommandés.

4. Constituants et apports nutritionnelles de la spiruline

Dans la composition chimique de la spiruline, il apparaît des écarts assez conséquents dans les teneurs en nutriments et micronutriments. En premier lieu, cela vient du fait qu'il existe différentes souches de spirulines, de même qu'il existe aussi des variations dans les milieux de culture. De plus, et c'est la principale raison invoquée par les chercheurs, les différentes méthodes de culture, récolte, séchage et conservation des échantillons influencent davantage les écarts de composition biochimique. C'est pourquoi toutes les spirulines proposées sur le marché mondial ne sont pas exactement identiques sur le plan de leur composition nutritionnelle.

Les pourcentages et les teneurs en nutriments et micronutriments donnés dans cette étude sont des moyennes provenant de différentes sources. Les compositions de chaque constituant sont accompagnées de leurs valeurs nutritives prouvées scientifiquement pour montrer l'apport réalisé par la consommation de la spiruline. Cet apport peut être utilisé par les commerciaux des fermes pour convaincre leurs clientèles.

4.1 Protéines et acides aminés

a) composition en protéine et acides aminés

La protéine représente 60 à 70% du poids total de la spiruline sèche. Les acides aminés simples qui composent les grosses molécules de protéines sont dans le tableau qui suit.

Tableau 3 : Pourcentage moyen des acides aminés de *Spirulina platensis* selon différents auteurs.

Sources	Jacquet 1974	Clément 1975b	Fox 1999
Acides aminés			
Acides aminés essentiels (%)			
Isoleucine	5,60	6,40	5,98
Leucine	8,00	9,00	8,71
Lysine	4,20	4,80	5,28
Méthionine	2,25	2,60	2,85
Phénylalanine	4,40	4,60	5,09
Thréonine	4,70	5,50	5,58
Tryptophane	1,00	1,60	1,48
Valine	5,70	6,90	7,72
Acides aminés non essentiels (%)			
Alanine	7,25	7,90	8,24
Arginine	6,60	6,70	7,92
Acide aspartique	9,30	9,20	9,50
Cystéine	0,95	0,90	0,93
Acide Glutamique	NC	12,90	13,20
Glycine	4,80	5,00	5,07
Histidine	1,60	1,60	1,50
Proline	3,60	3,90	4,32
Sérine	5,00	5,60	5,46
Tyrosine	4,30	4,90	NC

b) Valeur nutritionnelle

La protéine disponible dans la spiruline est digestible de 75 à 83% car la cyanobactérie ne possède pas d'enveloppement cellulosique mais une enveloppe relativement fragile, ce qui rend la protéine facilement disponible et évite l'emploi de la cuisson ou de traitement qui altère les nutriments et les vitamines. Il est à noter que les teneurs les plus élevées en protéine sont obtenues lorsque la récolte a lieu en début de journée.

D'un point de vue qualitatif, les protéines de la spiruline ont une valeur biologique très haute car elles renferment tous les acides aminés essentiels, c'est-à-dire, des acides aminés qui ne sont pas synthétisés par l'organisme humain et dont l'apport ne se fait que par l'alimentation. Les acides aminés les moins représentés sont les molécules soufrées : méthionine et cystéine. Ils sont toutefois présents à plus de 80 % de la valeur idéale définie par la FAO (Hélène CRUCHOT, 2008). Il a été démontré que le séchage sur tambours chauffants utilisé lors de la production industrielle, réduit de 30 % environ la teneur en méthionine par rapport au séchage par pulvérisation.

Les protéines exercent dans l'organisme les fonctions structurales, régulatrices et énergétiques. Le besoin de base d'un enfant de 6 mois à 3 ans est de 2g par kg de poids corporel et par jour. Chez l'adulte, il est égal à 0,75 g par kg et par jour. Ces besoins de base augmentent de façon accrue en cas de stress ou d'infections. La grossesse, l'allaitement et la pratique intense de sport contribuent également à accroître les besoins protéiques. Un apport optimal d'acides aminés essentiels peut être obtenu en consommant la spiruline en complément de céréales telles que le riz, le blé et le millet, ou des graines oléagineuses (sésame par exemple).

4.2 Lipides

Les lipides représentent généralement de 6 à 8% du poids sec de la Spiruline. Cette composition est caractérisée par un bon équilibre entre acides gras saturés et acides gras polyinsaturés (AGPI). La composition totale en lipides se subdivise en deux fractions :

a) une fraction saponifiable « ou acides gras »

Cette fraction représente 83% des lipides et est essentiellement composée de monogalactosyl diglycéride et de digalactosyl diglycéride, de sulfoquinovosyl diglycéride et de phosphatidyl glycérol. Les triglycérides ne sont présents qu'à de très faibles taux (0,3% de la fraction saponifiable). La phosphatidyl choline, la phosphatidyl éthanolamine et le phosphatidyl inositol sont également présents.

➤ Composition des principaux acides gras de la spiruline

Les molécules simples ou acides gras qui constituent la fraction saponifiable sont contenues dans le tableau 4.

Tableau 4 : Composition typique en pourcentage des principaux acides gras d'Arthrospira platensis (Pascaud et al. 1993).

Acides gras	Pourcentage d'acide gras totaux
Palmitique (16:0)	25,8
Palmitoléique (16:1) oméga-6	3,8
Stéarique (18:0)	1,7
Oléique (18:1) oméga-6	16,6
Linoléique (18:2) oméga-6	40,1
Gamma-linolénique (18:3) oméga-6	40,1
Alpha-linolénique (18:3) oméga-3	Traces

➤ Valeur nutritionnelle

La composition des principaux acides gras de la Spiruline (Tableau 4) révèle la présence d'une forte concentration en acides gras essentiels (acides gras insaturés C18). Ces acides gras incluent les oméga-3 et des oméga-6 qui sont qualifiés d'essentiels car l'organisme humain en a absolument besoin pour son bon fonctionnement mais ne peut les synthétiser. Ces molécules permettent également de diminuer le taux de cholestérol dans l'organisme. La spiruline figure ainsi parmi les meilleures sources d'acide gras essentiel, après le lait maternel et quelques huiles végétales onéreuses et peu connues (huile d'onagre, de bourrache, de cassis).

Pour les nouveaux nés, durant la phase de développement prénatal et jusqu'à l'âge de 2 ans, 4,5 % de l'apport énergétique total doit provenir de l'acide linoléique et 1 % doit provenir de l'acide α -linoléique. Une femme enceinte a besoin quotidiennement de 10 g d'acide linoléique (11 g lors de l'allaitement) et de 2 g d'acide α -linoléique (2,2 g si elle allaite).

Rappelons que ces acides sont des précurseurs des prostaglandines qui jouent le rôle de médiateurs chimiques dans les réactions inflammatoires et immunitaires. Une déficience prolongée en ces acides gras peut être à l'origine de thrombose, d'arthrite, d'accidents vasculaires cardiaques et cérébraux (Venkataraman, 1998)

b) une fraction insaponifiable

Elle représente 17% des lipides et est essentiellement formée de stérol, de terpènes et d'hydrocarbures saturés à longues chaînes.

4.3 Glucides

a) Composition en glucide

Les glucides représentent 13,6 à 25% de la matière sèche des Spirulines. Le tableau ci-dessous donne les différents pourcentages en composés glucidiques dans la spiruline.

Tableau 5 : Composition en pourcentage en éléments glucidiques de la spiruline (Extrait de l'étude « La Spiruline peut-elle être un atout pour la santé et le développement en Afrique ? », 2008 de l'IRD)

Eléments chimiques	Pourcentage
Glucides simples et polyols à petites molécules	Trace
glucosane	1,9
Rhamnosane	9,7
Cyclitols	2-3
Immulina	0,5 - 2
Polysaccharides sulfatés	NC ¹

b) Valeur nutritionnelle

Les parois cellulaires des spirulines s'apparentent à celles des bactéries Gram-négatif. En effet, elles sont formées de glucosamines et d'acide muramique associés à des peptides. Bien que non digestibles, ces parois sont relativement fragiles, ce qui permet un accès facile du contenu cellulaire aux enzymes de la digestion.

Sur le plan nutritionnel, la seule substance glucidique intéressante par sa quantité chez la spiruline est le méso-inositol phosphate qui constitue une excellente source de phosphore organique ainsi que l'inositol (350 à 850 mg/kg mat. sèche). Cette teneur en inositol est égale à environ huit fois celle de la viande de bœuf et à plusieurs centaines de fois celle des végétaux qui en sont les plus riches.

Aussi, selon plusieurs études *in vitro*, les polysaccharides sulfurés auraient des propriétés anticoagulantes, immunostimulantes et antivirales.

4.4 Composition en acides nucléiques

La Spiruline renferme 4,2 à 6% d'acides nucléiques totaux (30% ADN et 70% ARN) dans sa matière sèche (Santillan 1974). La richesse en acides nucléiques d'un aliment peut induire à terme une production importante d'acide urique par dégradation biochimique des purines. L'ARN en produit deux fois plus que l'ADN. L'excès de cet acide peut entraîner à la longue des calculs rénaux et des crises de gouttes. Il est admis que la dose maximale d'acides nucléiques tolérables à long terme est de 4g/j pour un adulte. Il faudrait consommer 80 g de spiruline sèche pour atteindre cette dose (la quantité de Spiruline usuellement consommée ne dépasse pas 10 g de matière sèche).

¹ NC: non connu

4.5 Vitamines

La Spiruline contient une large gamme de vitamines (Tableau 6). Il est à noter que les vitamines sont sensibles à la chaleur. D'après une étude (Bujard et al. 1970), les teneurs en vitamines du Tableau 6 seraient diminuées d'environ un tiers dans le cas de séchage sur des tambours chauffants. La granulométrie du produit final intervient également dans la préservation immédiate et la conservation à long terme des vitamines notamment pour le β -carotène (Seshadri et al. 1991). Une granulométrie plus élevée permettrait une meilleure conservation et le séchage par pulvérisation est déconseillé.

Cette caractéristique de la vitamine fait toute la différence entre la spiruline production industrielle et la production artisanale.

a) Teneur en vitamine

Tableau 6: Teneur en vitamines en $\mu\text{g/g}$ de matière sèche de Spiruline (Extrait de l'étude « La Spiruline peut-elle être un atout pour la santé et le développement en Afrique ? », 2008 de l'IRD)

Vitamine	Teneur
B1 (thiamine)	34-50
B2 (riboflavine)	30-46
B3 (niacine)	130
B5 (pantothénate)	4,6-25
B6 (pyridoxine)	5-8
B8 (biotine)	0,05
B9 (folate)	0,5
B12 (cobalamine)	0.10-0.34
C (acide ascorbique)	Traces
Provitamine A (β -carotène)	700-1700
Cryptoxanthine	100
Vitamine E (alpha-tocophérol)	120

b) Apport en vitamine

Le β -carotène est un précurseur de vitamine A. La vitamine A est indispensable à tous les âges de la vie. Son rôle primordial dans le mécanisme de la vision est maintenant clairement établi. Elle intervient également dans la régulation (activation, répression) de l'expression des gènes, et se trouve donc impliquée dans de nombreuses fonctions de l'organisme : développement de l'embryon, croissance des cellules, renouvellement des tissus (peau, muqueuse intestinale), système immunitaire...En plus des propriétés de la vitamine A, le β -carotène peut agir comme antioxydant, notamment grâce à sa capacité à détruire les radicaux libres. Selon une étude récente de Wang et al. (2008) portant sur des

chinois adultes, l'ingestion de 4.5 mg de β -carotène provenant de la Spiruline apporte 1mg de vitamine A. Ainsi, les teneurs données dans le Tableau correspondraient en terme de vitamine A à 156– 378 μg de vitamine A par g de Spiruline. Il faudrait prendre entre 3 et 6 g de Spiruline pour couvrir les besoins journaliers recommandés chez l'adulte, estimés à 900 μg . En ce qui concerne les enfants de 6 mois à 3 ans, si le coefficient de conversion du β -carotène en vitamine A est le même que pour les adultes, compte tenu de leur besoin journalier en cette vitamine (300 - 500 μg), il leur faudrait une dose de Spiruline entre 1 et 3 g/j.

Il est intéressant de souligner sa teneur exceptionnelle en vitamine B12, laquelle est de loin la vitamine la plus difficile à obtenir dans un régime sans viande car aucun végétal courant n'en contient. La vitamine B12 (cobalamine) participe à la synthèse des neuromédiateurs. Elle est aussi le cofacteur d'enzymes catalysant le métabolisme des acides nucléiques et la synthèse de méthionine. C'est une vitamine essentielle au maintien de l'intégrité du système nerveux, plus particulièrement de la gaine de myéline protectrice des nerfs. Le besoin journalier en vitamine B12 d'un enfant de 6 mois à 3 ans est de 0,5 à 0,9 μg . Si l'intégralité de la vitamine B12 était biodisponible, une dose de 10 g de Spiruline couvrirait de 142 % (teneur basse) à 486 % (teneur haute) des besoins de l'enfant.

La vitamine E est un antioxydant qui contribue à neutraliser les radicaux libres qui peuvent s'accumuler dans les membranes lipidiques et tissus gras de l'organisme. Elle joue donc un rôle essentiel dans la protection de la membrane cellulaire. Il est à signaler que la proportion en vitamine E dans la spiruline est comparable à celle du blé qui est une référence sur le plan apport en cette vitamine. Les besoins journaliers en vitamine E d'un enfant de 6 mois à 3 ans sont de 5 103 à 6 103 μg . Si la biodisponibilité était de 100 %, une dose de 10 g de Spiruline couvrirait de 2 à 22 % des besoins de l'enfant. Il en ressort que les 10g de spiruline recommandés par jour ne sont pas suffisants pour couvrir les besoins journaliers d'un enfant de 6 mois à 3 ans en vitamine E. Il faut donc compléter son alimentation avec d'autres aliments riches en vitamine E. Aussi, même si la teneur en vitamine E de la spiruline est insuffisante pour satisfaire l'apport journalier recommandé, ses propriétés antioxydantes en acides gras insaturés expliquent la bonne conservation de ces derniers dans la spiruline séchée.

4.5 Sels minéraux et oligo-éléments

a) Composition en sel minéraux et oligo-éléments

La composition en minéraux et oligo-éléments de la Spiruline apparaît dans le Tableau 7. La variation de la teneur en ces éléments chimiques est mieux contrôlée dans les cultures maîtrisées ou cultures sous serre. En outre, il est possible d'augmenter les teneurs en minéraux des organismes cultivés (Falquet & Hurni 2006).

Tableau 7: Composition en minéraux et oligo-éléments dans 10mg de spiruline et les doses journalière requises

Minéraux	Teneur dans 10mg de spiruline (mg)	Dose requise pour un adulte (mg/j)
Calcium	13-140	1200
Cuivre	8-10	1.5 - 3
Phosphore	67-90	1000
Chrome	0,028	0.5 - 2
Magnésium	20-29	250-350
Manganèse	0,25-0,37	5
Fer	5,8-18	18
Sodium	45	500
Zinc	0,21-0,4	15
Potassium	64-154	3500

b) Valeur nutritionnelle

Les minéraux et oligo-éléments les plus intéressants chez la spiruline sont le calcium, le magnésium, le phosphore, le fer, le zinc et le potassium. Les trois premiers minéraux cités sont présents dans la spiruline à des teneurs comparables à celles trouvées dans le lait.

- Dans le corps humain, 99 % du calcium se situe dans les os et les dents. Le restant sert à la coagulation du sang, à la contraction musculaire, à la stimulation nerveuse, au fonctionnement de parathyroïde et au métabolisme de la vitamine D.
- Le magnésium est un élément essentiel des os, des tissus mous et des fluides de l'organisme. Il intervient dans le métabolisme des hydrates de carbone et des acides aminés. Il participe également à la régulation des contractions neuromusculaires, à l'absorption du calcium, du phosphore, du sodium, du potassium et des vitamines C, E et B. La spiruline peut être considérée comme une excellente source alimentaire de magnésium, grâce à sa teneur en chlorophylle. Les régions aux sols pauvres en magnésium sont nombreuses et provoquent chez les populations qui les habitent, des syndromes de carences incluant des troubles cardio-vasculaires et nerveux. La carence en magnésium est aussi très fréquente chez les enfants en état de malnutrition grave, car ceux-ci n'absorbent souvent que des bouillies de céréales pauvres en magnésium. La spiruline accompagnée d'autres aliments peut être une solution pour remédier à ces carences. Le besoin en Mg d'un enfant de 6 mois à 3 ans est estimé de 75 103 à 80 103 µg. Si l'intégralité du Mg était biodisponible une dose de 10 g de spiruline couvrirait de 26 à 37 % des besoins de l'enfant.

- Le phosphore se trouve dans chaque cellule de l'organisme. Il est indispensable au transfert d'énergie, à la croissance du squelette et à la réparation des cellules.
- Les carences en fer à l'origine de l'anémie sont très répandues, principalement chez les femmes enceintes et les enfants surtout que les bonnes sources alimentaires de fer sont rares. Les céréales complètes, classées parmi les meilleures sources de fer, n'en contiennent que 150 à 250 mg par kg. En plus, elles sont riches en acides phytiques et en polymères phosphatés qui limitent fortement la biodisponibilité de leur fer. D'autre part, les suppléments sous forme de sulfate ferreux deviennent toxiques à forte dose et causent quelquefois des diarrhées. Dans le cas de la spiruline, la biodisponibilité du fer a été démontrée tant chez le rat que chez l'homme (Johnson & Shubert, 1986). Le fer intervient également dans la constitution de l'hémoglobine, de la myoglobine et d'enzymes jouant un rôle capital dans de nombreuses réactions métaboliques. Le besoin journalier en Fer d'un enfant de 6 mois à 3 ans est de 7 103 à 11 103 µg. Si l'intégralité du fer était biodisponible, une dose de 10 g de Spiruline couvrirait de 64 % (teneur basse) à 200 % (teneur haute) des besoins de l'enfant.
- Le zinc participe à la synthèse de nombreuses métallo-enzymes. Il joue un rôle catalytique et module l'activité de plusieurs enzymes intervenant dans la digestion. Il est impliqué dans le métabolisme des glucides (il entre notamment dans la composition de l'insuline), des lipides et des protéines. Le zinc participe aussi à la synthèse et au métabolisme des acides nucléiques. Antioxydant essentiel, il protège l'organisme des effets toxiques des radicaux libres car il est protecteur des groupements thiols des protéines. Chez l'Homme, le zinc est également nécessaire à l'absorption du complexe des vitamines B. Par ailleurs, il est essentiel au bon fonctionnement du système immunitaire. Le zinc participe également à la croissance, au développement cognitif et au fonctionnement moteur, notamment chez l'enfant. Après la vitamine A, le fer et l'iode, le zinc fait maintenant l'objet d'une très forte attention. Il s'agit sans doute du quatrième micronutriment majeur dans la lutte contre la malnutrition.
- Le potassium, avec le sodium régulent la distribution de l'eau du corps, entre les compartiments extracellulaires et intracellulaires. Il est également nécessaire à la croissance, à la contraction musculaire, à la conversion du glucose en glycogène et à de nombreuses réactions enzymatiques. La teneur en potassium (6,4 103 - 15,4 103 µg/g) pourrait être intéressante, notamment dans les pays industrialisés où le rapport potassium/sodium serait trop faible dans la grande majorité des aliments disponibles (Falquet & Hurni 2006). Le besoin en potassium d'un enfant de 6 mois à 3 ans est estimé de 700 103 à 3000 103 µg. Si l'intégralité du potassium était biodisponible une dose de 10 g de Spiruline couvrirait pour le moins 2 % et pour le mieux 22 % de ces besoins.

Les quantités relatives des sels minéraux et oligo-éléments dans la spiruline sont équilibrées, ce qui exclut le risque de décalcification par excès de phosphore.

4.6 Pigments

a) Teneur en pigments

La Spiruline contient des chlorophylles dont la chlorophylle a (typique des végétaux), des caroténoïdes dont le principal est le β -carotène et des phycobiliprotéines telles la phycocyanine et la phycoérythrine. Les teneurs en pigments de *Spirulina platensis* apparaissent dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Teneurs en pigments exprimées en mg pour 10g de matière sèche de *Spirulina platensis* (Pierlovisi 2007).

Pigment	Teneur (mg/10g)
Chlorophylles totales	115
Chlorophylle a	61-75
Caroténoïdes (orange)	37
Phycocyanine (bleu)	1500-2000
Phycoérythrine (rouge)	2900-10000

b) Valeur nutritionnelle

La spiruline a l'un des taux les plus élevés en chlorophylle que l'on puisse trouver dans la nature excepté la Chlorella (2 à 3 %), micro-algue très intéressante sur le plan nutritionnel. La chlorophylle est connue pour son pouvoir nettoyant et purifiant. Ses propriétés aident à détoxifier l'organisme des agressions liées à la pollution.

II. TOLERANCE ET ACCEPTABILITE

1. Toxicité

Selon la thèse de Hélène CHRUCHO (2008, Spiruline : Bilan et perspectives), à l'issue des nombreuses études menées par des chercheurs spécialisés dans le domaine des cyanobactéries, il ressort que la spiruline (genre *Arthrospira*) n'est pas toxique, contrairement à la plupart des autres cyanobactéries. Les autres cyanobactéries produisent en effet un grand nombre de métabolites bioactifs, parmi lesquels figurent des toxines neurotoxines (anatoxine-A, β -N-méthylamino-L-alanine), hépatotoxines (microcystine) ou hématoxines, responsables de cas d'empoisonnements humain ou animal.

Mais, le genre *Arthrospira* ne possédant pas les gènes assurant la synthèse de ces toxines, la spiruline destinée à l'alimentation humaine, après des analyses poussées, a été autorisée à la vente depuis de nombreuses années dans les pays industrialisés. Aux Etats-Unis, la spiruline est classée

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

"GRAS" (Generally Recognized As Safe) par la Food and Drug Administration (FDA). En France, le Comité Supérieur d'Hygiène Publique a donné, en 1984, un avis favorable pour la consommation humaine de toutes les spirulines.

En principe, les espèces toxiques de cyanobactéries (*Oscillatoria agardhii*, *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena*, *Anabaenopsis*, *Aphanizomenon flos-aquae*...) vivent plutôt dans des habitats aquatiques dulcicoles ou marins et le milieu très alcalin dans lequel pousse la spiruline ne leur est pas favorable. Néanmoins, la possibilité d'une contamination des spirulines par ces algues n'est pas écartée.

La commercialisation de spirulines destinées à la consommation humaines, doit s'entourer de garanties toxicologiques, notamment en mettant en avant l'absence d'autres cyanobactéries que le genre *Arthrospira* dans les conditionnements. Par exemple, si l'étiquette d'un produit porte une mention du type "algues bleu-vert", "super aliment bleuvert" sans que le nom de "spiruline" n'y figure, alors il s'agit probablement d'une autre espèce de cyanobactérie, laquelle peut éventuellement contenir des toxines.

A côté de ce genre de contamination, il faut également envisager celle par les micro-organismes. Dans les milieux de culture, au pH élevé (> 9,5) où l'on travaille, la majorité des microbes dangereux pour l'homme sont normalement inactivés en deux jours. Mais, lorsque le pH est inférieur à cette valeur (cultures jeunes à base de bicarbonate ou en cas de trop forte injection de CO₂), l'effet protecteur n'est plus assuré. Par ailleurs, il existe un risque que certains microbes pathogènes introduits dans des cultures de spiruline (suite au non respect des règles d'hygiène) deviennent résistants aux pH élevés.

Les cultures contiennent également des microbes biodégradeurs adaptés au milieu de culture. Ils jouent un rôle bénéfique à côté du zooplancton, en purifiant le milieu et en recyclant des nutriments, tout en aidant à éliminer l'oxygène et en fournissant du gaz carbonique.

Enfin, des germes de moisissures existent systématiquement dans les cultures puisque des moisissures apparaissent régulièrement sur le flottant laissé longtemps sans agitation. L'analyse bactériologique décèle couramment entre 5 et 500 colonies/g, sans qu'aucune norme n'ait été imposée dans la plupart des pays.

2 Réaction allergène

Contrairement à certains aliments, la spiruline ne semble pas provoquer de réactions allergiques, que ce soit par ingestion ou par contact. Après plus de trente ans de production industrielle ou artisanale, aucun accident alimentaire attribuable directement ou indirectement à sa consommation ou à sa production n'est à déplorer.

III. LES UTILISATIONS DE LA SPIRULINE

La composition chimique de la Spiruline intéresse vivement les ONG internationales qui voient en elle un moyen efficace et disponible localement pour lutter contre la malnutrition dans les PVD. De plus, plusieurs recherches prometteuses dans différents domaines sont effectuées sur les propriétés des molécules présentes dans la Spiruline mais il existe à ce jour peu de preuves scientifiques d'efficacité chez l'homme et les animaux. Néanmoins, la composition en nutriments et oligo-éléments reste un atout majeur dans l'utilisation de la spiruline.

1. Utilisation de la spiruline à usage humain

Dans les pays développés, et depuis peu dans les pays en voie de développement, la Spiruline est consommée comme complément alimentaire pour ses apports bénéfiques sur la santé humaine. Diverses utilisations sont proposées par les négociants, avec des arguments basés sur la composition de cet organisme et l'apport nutritionnel de ses composants.

1.1 Aliment riche et équilibrée

La spiruline obtenue dans la production artisanale est un produit alimentaire naturel et équilibré consommée pour ses multiples apports en nutriments. Elle est plus riche en vitamines, minéraux et oligo-éléments que les produits industriels ayant subi un traitement thermique de conservation détruisant les micronutriments sensibles. De plus, la spiruline a une meilleure biodisponibilité que les substrats synthétisés artificiellement en laboratoire. Elle représente une source non négligeable d'énergie grâce aux lipides, glucides et protéines qu'elle contient. Pour certaines ONG internationales, ces propriétés méritent qu'on lui donne une place de choix dans la lutte contre la malnutrition.

1.2 Utilisation dans un régime amaigrissant

Dans le cadre d'un régime amaigrissant, les carences en micronutriments sont fréquentes car l'alimentation est souvent déséquilibrée, suite à des privations irraisonnées de certaines catégories d'aliments. Bien souvent, les personnes qui font un régime se sentent fatiguées à cause des carences engendrées. La sensation de frustration, difficilement supportable lorsque les privations sont trop strictes, engendre souvent un comportement agressif de la part de ces personnes.

La spiruline, grâce à son apport naturel et équilibré en vitamines, minéraux et oligo-éléments, peut donc être considérée comme une véritable alliée pour les personnes qui veulent entamer un régime amaigrissant. Son effet détoxifiant (lié notamment à la présence de chlorophylle) aide à éliminer les toxines de l'organisme. Après quelques jours d'utilisation, l'effet énergisant de la spiruline fait que la

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

personne, non seulement ne se sent pas fatiguée et nerveuse (puisqu'elle n'est pas carencée), mais plus dynamique qu'avant le début de son régime amaigrissant.

Par ailleurs, la prise de 5 à 10 g de spiruline 20 à 30 minutes avant les repas, entraîne une sensation de satiété laquelle facilite le suivi d'un régime hypocalorique. Ce phénomène est lié à sa teneur en phénylalanine (2,8 g pour 100 g de matière sèche). Cet acide aminé est métabolisé dans l'intestin en phényléthylamine, laquelle déclenche la sécrétion d'une hormone (la cholécystokinine) qui donne au cerveau un signal de satiété, c'est en quelque sorte un coupe-faim naturel et sans danger.

1.3 Amélioration de la capacité des sportifs

La qualité de l'alimentation est une composante importante dans l'équilibre des sportifs. Les besoins élevés des sujets sont comblés par l'apport en énergie calorique (principalement les glucides et les lipides), et l'apport en vitamines et oligo-éléments.

a) optimisation des facultés.

Chez les sportifs, la consommation de spiruline peut optimiser la préparation et les facultés de récupération à l'effort. Elle fournit à l'organisme une alimentation équilibrée et diversifiée en macro et micro-nutriments d'origine variée, complémentaires les uns des autres.

b) Tonicité des muscles

Les besoins accrus en protéines des sportifs s'expliquent par le fait que les protéines sont à la base de la constitution des muscles. Le fait d'utiliser la spiruline régulièrement en complément de l'alimentation est intéressant pour les sportifs car elle est très riche en protéines de haute digestibilité et permet aux muscles de pouvoir récupérer plus facilement après de longs efforts. De plus, la masse musculaire se développe plus vite et présente une bonne qualité.

Par ailleurs, la spiruline contient aussi quatre vitamines nécessaires au métabolisme énergétique et à la synthèse protéique : les vitamines B1, B2, B3 et B6. Les trois premières participent à l'utilisation des glucides (principal carburant du sportif) dans l'organisme via plusieurs voies de production d'énergie, permettant aux muscles de bénéficier de tout le glycogène dont ils ont besoin. La vitamine B6 est associée à la synthèse protéique, elle est donc indirectement reliée à la performance sportive.

c) Neutralisation des radicaux libres

Les besoins en agents antioxydants sont très importants chez les sportifs. En effet, de par la grande consommation d'oxygène qu'il engendre, le sport crée une surproduction de radicaux libres. Les radicaux libres s'accumulent, amplifiant les courbatures, les crampes et les risques de rupture tissulaire. Seuls des antioxydants permettent de contrecarrer leur action, en les interceptant et en les neutralisant. Il est donc productif pour les sportifs de consommer la spiruline qui contient β -carotène,

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

vitamine E, zinc, sélénium, et vitamine C qui sont de puissant antioxydant capable de lutter contre ces radicaux libres.

d) Amélioration de l'oxygénation

Le déficit en fer, avec ou sans anémie concomitante, est très fréquent chez les sportifs. Or, le fer joue un rôle clé dans le transport de l'oxygène, par le biais de l'hémoglobine et de la myoglobine. Chez les sportifs, le glucose est le carburant et l'oxygène, le comburant.

Un déficit en fer peut affecter les performances, notamment dans les sports d'endurance. Il s'accompagne en effet :

- ✓ d'une augmentation excessive du taux de lactates dans le sanguin,
- ✓ d'une diminution du VO_2 max (volume maximal d'oxygène prélevé au niveau des poumons et utilisé par les muscles, par unité de temps);
- ✓ d'une diminution de la puissance maximale et de la capacité d'endurance;
- ✓ d'une augmentation de la sensation de surcharge d'entraînement ;
- ✓ d'une diminution des capacités à se concentrer ;
- ✓ d'asthénie et fatigabilité musculaire.

Le déficit en fer altère donc la capacité physique à l'effort, l'endurance et la performance physique. En outre, le fer contenu dans la spiruline est hautement biodisponible.

e) Amélioration de la contraction et de la relaxation des muscles

La spiruline contient aussi du magnésium. Cet élément est nécessaire à la contraction et à la relaxation musculaire. Indispensable à la transmission de l'influx nerveux, le magnésium exerce aussi une action antifatique et antistress. A noter que la vitamine B6 optimise l'assimilation du magnésium très bénéfique aux sportifs qui sont exposés aux risques d'insuffisance magnésienne provoquant ainsi la survenue de crampes fréquemment.

f) Amélioration de la concentration musculaire.

Le calcium est aussi un minéral important puisque l'augmentation de sa concentration intracellulaire permet la contraction des muscles squelettiques. La spiruline renferme également une quantité appréciable de calcium biodisponible et mérite donc d'être utilisée comme complément à l'alimentation des sportifs.

1.4 Cosmétique

La spiruline produit une variété de métabolites secondaires dans leur milieu de culture. Beaucoup de ces métabolites ont des activités antibiotique, algicide, antiviral, fongicide (Hélène CRUCHOT, 2008).

En cosmétique, la spiruline est utilisée dans les masques cryogéniques et crèmes anti-âge, grâce à son action sur le renouvellement cellulaire et la tonicité des tissus (Spolaore et al 2006). Elle est aussi utilisée en synergie avec d'autres algues, comme agent cicatrisant et antiseptique. Depuis de nombreuses années, la phycocyanine rentre dans la composition de rouges à lèvres et de crayons pour souligner les yeux, disponibles sur le marché asiatique.

Aussi, en utilisant de la spiruline en complément d'une alimentation équilibrée, la peau devient plus nette et fraîche, les cheveux retrouvent vigueur et brillance, tandis que les ongles fortifiés cassent moins facilement.

Par ailleurs, la spiruline renferme une teneur élevée en acide γ -linoléique. Cet acide gras essentiel polyinsaturé est indispensable à l'Homme car son organisme ne sait pas le fabriquer. Or, il exerce une action thérapeutique importante sur le derme; atténuation de certains phénomènes inflammatoires (notamment après des brûlures) et amélioration de la qualité des cicatrisations cutanées. Cet acide étant très rare dans la nature (onagre, bourrache, cassis), son extraction à partir de la spiruline pourrait constituer une offre intéressante pour l'industrie cosmétique.

1. 5 Colorants alimentaires

Dans l'agroalimentaire, la spiruline est utilisée comme colorant naturel grâce aux extractions de la phycocyanine, la chlorophylle et les caroténoïdes. Ces colorants sont utilisés pour rendre attractifs les produits alimentaires. Ils sont également utilisés dans la fabrication des chewing gums, sorbets, sucreries, produits laitiers, boissons non alcoolisées.

2. Utilisation de la spiruline à usage animal

La spiruline n'est pas exclusivement réservée à la consommation humaine. Elle est en effet utilisée comme complément alimentaire chez les animaux de compagnie (chiens, chats), les chevaux, les vaches, les poules, les poissons et les oiseaux.

2.1 Apport nutritionnel aux animaux

La spiruline ouvre l'appétit des jeunes chiots et chatons, remet sur patte plus rapidement les mères qui viennent de mettre bas et rend plus vigoureux les sujets âgés et fatigués. Elle aide aussi à la

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

régulation de l'appétit des chiens boulimiques. D'autre part, en vieillissant, les risques de décalcification augmentent. Il est possible de limiter les carences en calcium, en donnant de la spiruline à l'animal, en cures régulières deux ou trois fois par an, pendant cinq jours consécutifs. La spiruline est aussi vendue comme additif à la nutrition des taureaux reproducteurs (augmente la fertilité) et des chevaux de course (tonifie les muscles).

2.2 Augmentation de la pigmentation

La spiruline permet d'améliorer l'état de la peau ou des écailles et de les rendre plus brillants.

a) En aquariophilie

Les pigments de la spiruline sont utilisés pour accentuer la coloration des poissons d'ornement notamment les carpes Koï. La consommation du mélange de la spiruline avec d'autres aliments donne aux poissons une couleur vive agréable à regarder dans un aquarium.

b) En agroalimentaire

Les caroténoïdes de la spiruline sont utilisés en alimentation animale pour améliorer la pigmentation des crevettes et la chair des poulets.

VI. PRODUCTION DE SPIRULINE

Les multiples valeurs nutritionnelles de la spiruline font d'elle un complément alimentaire riche de promesses dans des pays où l'alimentation traditionnelle, soit par manque de ressources soit par ignorance, ne procure pas en quantité suffisante la nourriture équilibrée nécessaire à la santé. Pour se développer, la spiruline a besoin d'eau, de lumière, de chaleur, et des éléments essentiels à la vie des bactéries : carbone, azote, phosphore, potassium, fer, magnésium.

Différents systèmes permettent de produire la spiruline, selon l'origine des intrants utilisés ou la manière de procéder.

1. Systèmes de culture de la spiruline

C'est la manière répandue pour cultiver la spiruline. Dans les PVD, trois systèmes sont utilisés pour la culture de la spiruline:

1.1 Culture avec engrais chimiques

La manière la plus répandue et la mieux maîtrisée pour cultiver la spiruline est l'utilisation d'engrais chimiques comme intrants. La composition des milieux de culture peut varier énormément, selon la disponibilité des produits chimiques nécessaires à leur élaboration. Elle diffère également d'un milieu d'ensemencement à un milieu de culture.

a) Le milieu standard de Zarrouk

Ce milieu est la référence en la matière. Il est économique et s'adapte à presque toutes les souches de spiruline, ce qui simplifie considérablement le travail de l'algoculteur. Toutefois, ses constituants sont chers et ne sont pas toujours faciles à trouver. Le tableau 8 donne sa composition.

Tableau 8 : Composition du milieu Zarrouk

COMPOSITION DU MILIEU DE BASE (en g/l de solution aqueuse)	
NaHCO ₃	16.8
K ₂ HPO ₄	0.5
NaNO ₃	2.5
K ₂ SO ₄	1.0
NaCl	1.0
MgSO ₄ , 7 H ₂ O	0.2
CaCl ₂	0.04
FeSO ₄ , 7 H ₂ O	0.01
EDTA (acide éthylène diamino tétracétique)	0.08
COMPOSITION DE LA SOLUTION A5 (en g/l)	
H ₃ BO ₃	2.86
MnCl ₂ , 4 H ₂ O	1.81
ZnSO ₄ , 7 H ₂ O	0.22
CuSO ₄ , 5 H ₂ O	0.08
MoO ₃	0.015
COMPOSITION DE LA SOLUTION B6 (en mg/l)	
NH ₄ VO ₃	22.9
K ₂ Cr ₂ (SO ₄) ₄ , 24 H ₂ O	96.0
NiSO ₄ , 7 H ₂ O	47.8
Na ₂ WO ₄ , 2 H ₂ O	17.9
Ti ₂ (SO ₄) ₃	40.0
Co(NO ₃) ₂ , 6 H ₂ O	44.0

b) Milieu selon JOURDAN

Un spécialiste français de la spiruline donne dans son ouvrage « Cultivez la spiruline » la composition d'un milieu de culture. Les éléments chimiques peuvent être apportés par différentes sources. Il est donc indispensable pour le responsable de culture d'avoir des rudiments en chimie pour pouvoir jongler avec la disponibilité des sources et leur prix. En gros, il suffit de connaître les poids moléculaires et de faire des règles de trois pour obtenir les quantités d'intrants à ajouter dans le milieu.

Le tableau 9 contient la composition d'un milieu à 20°C, de salinité et d'alcalinité respectivement égal à 12797 mg/l et 0,105 N (molécule-gramme/l), de densité 1010 g/l et à pH 10,4.

Tableau 9: Limites admissibles en composés chimiques pour un milieu en production (JOURDAN, 1999)

Eléments chimiques	Quantités (mg/l)
Carbonate	2800
Bicarbonate	720
Nitrate	614
Phosphate	25
Sulfate	350
Chlorure	3030
Sodium	4380
Potassium	642
Magnesium	10
Calcium	5
Ammonium + ammoniac	5
Fer	1

1.2 Cultures biologiques

L'intérêt de faire de la culture biologique est d'obtenir des idées de développement qui utiliseront les produits de la nature pour produire de la spiruline. Dans les PVD, la culture biologique correspond à une volonté d'autonomie, utilisant son environnement pour se procurer ces intrants sans être dépendant des produits occidentaux. La spiruline issue de la culture bio est d'un vert beaucoup plus clair que les cultures conventionnelles sans que cela ne soit inquiétant.

Dans la culture biologique, il n'existe pas de techniques formalisées. De ce fait, chaque agroculteur doit utiliser son génie pour apporter les nutriments dont la spiruline a besoin pour son développement. En outre, il doit utiliser les produits organiques disponibles dans son environnement immédiat pour enrichir sa culture.

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

Le tableau 10 suivant a été tiré de la communication de Adrien Galaret, lors du second colloque panafricain sur la spiruline qui a eu lieu au Togo du 01 au 07 mars 2008. Il donne pour chaque élément chimique, les sources d'engrais commerciaux et leurs alternatives utilisés dans la culture biologique.

Tableau 10 : Les engrais commerciaux et les solutions alternatives pour culture bio (Extrait du Colloque Panafricain sur la spiruline, 2008).

AZOTE (N)	
<p>1- Les engrais commerciaux.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Urée - Nitrate de Potassium - Nitrate d'Ammonium - Nitrate de Sodium - Acide Nitrique - Salitre (Nitrate du Chili) - N.P.K. - Ammoniac liquide - Ammoniac gazeux 	<p>2- Les Alternatives :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Urine animale et humaine - Purins de plantes (cf liste ci-dessous) - Effluents du digesteur - Sang animal - Compost : <ul style="list-style-type: none"> • Filtrat de compost • Tea compost - Guano - Fientes d'oiseaux et d'autres animaux (lisiers) - Filtrat de terre - Algues (cf liste ci-dessous) - Poisson pourri - Petit lait de soja et d'animaux
<p>▣ Plantes et algues riches en Azote.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Luzerne (7,7% de protéines) - Arachide - Samania Sama - Moringua Oleifera - Albigea Chevallerie - Leucena Leucocephala - Acacias - Haricot - Etc. - Ortie (Sèche : 40% de protéines) - Amarante (8 à 17% de protéines) - Consoude - Mauve (7,2% de protéines) - Chenopode (6,3% de protéines) - Algues rouges et brunes - Nostoc (algue terrestre bleue) 	<p>▣ Purins</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bien préparer les purins avec environ 1kg de plantes pour 10L d'eau. - La fermentation commence quand le purin mousse abondamment. - Agiter au moins 5 fois le purin dans la journée. - La fermentation est finie quand il n'y a plus de production de mousse. - On filtre le purin et on le conserve dans un récipient étanche. - Dosage pour le milieu de culture : 2 à 50 ml/L

Famille des légumineuses

CARBONE (C)	
<p>1- Les produits commerciaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bicarbonate de Soude - Sucre - CO₂ 	<p>2- Les Alternatives</p> <ul style="list-style-type: none"> - Natron - Eau de cendre bicarbonatée - Fermentations de : (Production de CO₂) <ul style="list-style-type: none"> • Levures • Canne à sucre • Fruits sucrés • Alcooliques (ex : vin de palme) • Biogaz <ul style="list-style-type: none"> - Purins de plantes - Compost - Petit lait - Vinaigre

PHOSPHORE (P)	
<p>1- Les engrais commerciaux.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Phosphate Monoammonique - Phosphate d'Ammoniac - Phosphate Monopotassique - Phosphate Dipotassique - N.P.K. (ex : 0 ; 20 ; 10) - Acide Phosphorique 	<p>2- Les alternatives.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produits minéraux : <ul style="list-style-type: none"> • Phosphate du Togo • Phosphate de Tilemsi (Mali) • O / Arêtes de poisson <ul style="list-style-type: none"> - Produits organiques : • Plantes (ex : Consoude) • Algues marines • Guano • Fruits • Urine

Produits miniers

FER (Fe)	
<p>1- Les engrais commerciaux.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sulfate de Fer (en vrac ou en pharmacie) - Sulfate de Fer Chelaté (Ferfol, Ferleaf etc.) - Chlorure de Fer 	<p>2- Les alternatives.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sirop de Fer • Prendre 10g de clous ou limaille de fer • Laisser macérer dans 1L de vinaigre, 50ml d'Acide Chlorhydrique (facultatif) et 4 jus de citrons. • Laisser au moins 15 jours. • Dosage : 2ml/L de milieu de culture. <p><i>Remarque</i> : On peut remplacer le jus de citron par du thé vert de chine, jus de cajou ou de l'acide EDTA.</p>

MAGNESIUM (Mg)	
<p>1- Les engrais commerciaux.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sulfate de Magnésium - Chlorure de Magnésium - Magnésie - Sel marin non raffiné 	<p>2- Les alternatives.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Argile - Eau calcaire - Préparation Jérôme-Denis (J.P.J.) : <ul style="list-style-type: none"> • Après lessivage d'une lessive de cendre, extraire un kilo de pâte résiduelle. • Mélanger dans 4,5L d'eau. • Ajouter très progressivement et en remuant 1,5L d'Acide Sulfurique. <i>Remarque</i> : Attention au contact avec la peau et les yeux. • Repos pendant 15 jours avec agitation 2 fois par jour. • <i>Dosage</i> : 60ml/L de milieu de culture
SOUFRE (S)	
<p>1- Les engrais commerciaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sulfate de Potassium, de Magnésium, de Fer, de Sodium. - N.P.K. + Soufre - Acide Sulfurique neuve 	<p>2- Les alternatives.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Biodigesteur (H₂S) - Jus fermenté d'oignon et d'ail - Lessive de cendre

1.3 Système intégré

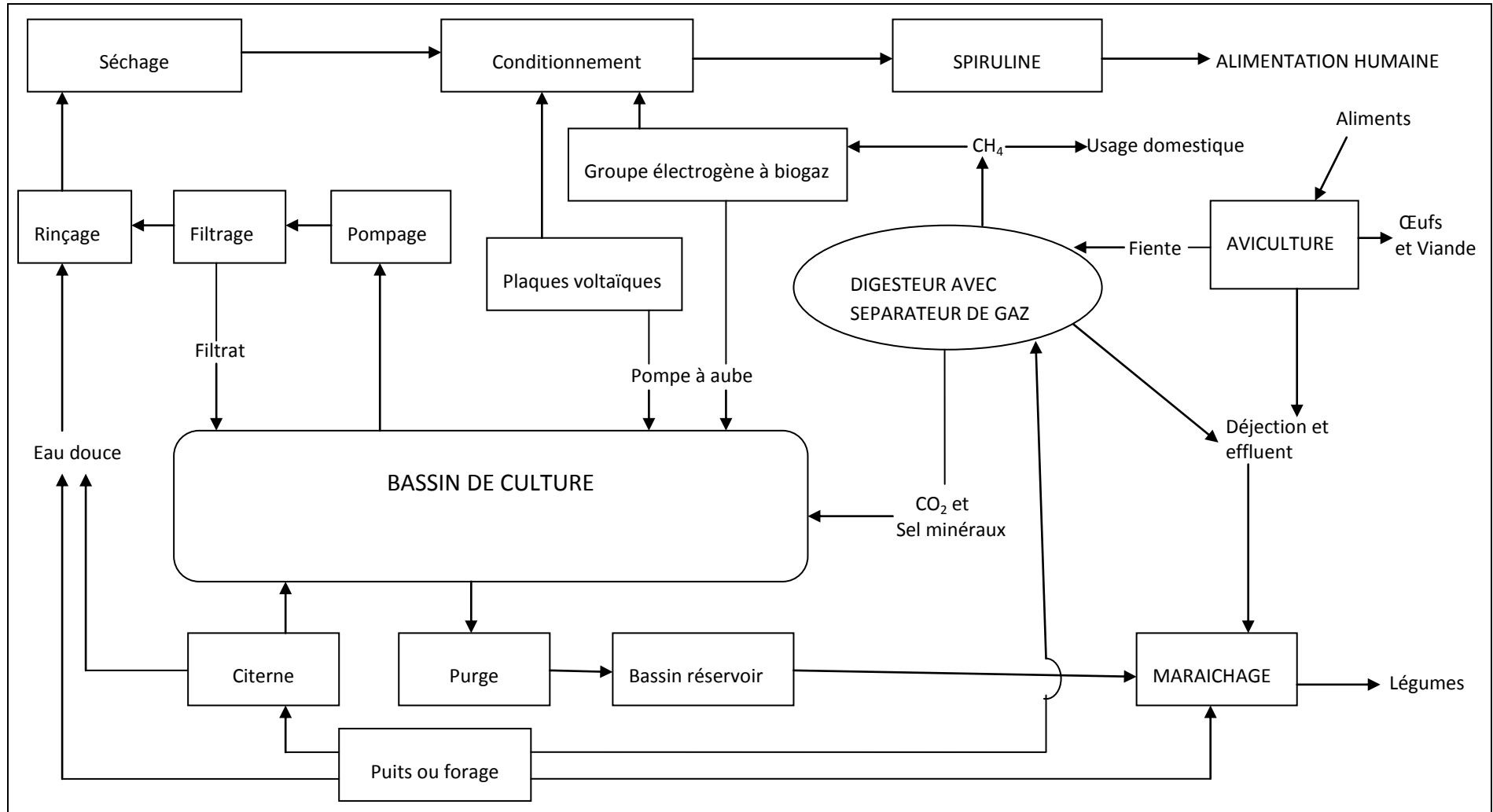
Le système intégré a été mis en place dans les années 80 par Ripley FOX. Il repose sur la participation directe de l'homme dans le cycle de la spiruline et fait appel à la biométhanisation des déchets organiques provenant de l'homme ou des déjections des élevages porcins ou aviaires. Les fermes appliquant ce système profitent d'un faible coût d'investissement, de la valorisation des déchets organiques en engrais et en énergie et d'un revenu venant d'une ou des productions accessoires. Il peut être adapté à la disponibilité des matières premières et aux habitudes et tabous culturels de chaque pays.

Aussi, grâce à la réduction des émissions de gaz à effet de serre réalisée par l'utilisation du biodigesteur, il est possible d'en faire un projet de Mécanisme de Développement Propre (MDP) et acquérir des crédits carbone que l'on peut vendre sur les marchés volontaires.

Ce système de culture fût une réussite en Inde, au Vietnam et en Chine, mais un échec au Togo et Sénégal faute d'intégration de ce système dans les mœurs des populations. A Madagascar, dans la région de Toliara, comme le recyclage des déchets humains et l'utilisation du produit résiduel dans la production d'un aliment de consommation humaine pose des problèmes d'ordre culturel, ceux-ci sont remplacés par la fiente de volailles (Ravelo, 2001).

Le schéma ci-dessous montre un exemple de système intégré.

Schéma 1 : Exemple de système intégré



1.4 Comparaison des systèmes de culture

Chaque système de culture de spiruline présente des avantages et des limites. Le tableau 11 contient les comparaisons entre ces trois systèmes de culture.

Néanmoins, une production peut combiner les trois systèmes sur la même exploitation en rationalisant le travail. L'exploitation de la ferme peut se faire de la manière suivante :

- ✓ Faire une culture avec les engrais chimiques disponibles localement et bon marché (mais de bonne qualité).
- ✓ Les intrants indisponibles ou chers sont remplacés par des intrants organiques. Bien s'assurer de maîtriser la technique de production de l'élément recherché et les doses requises.
- ✓ Les plantes légumineuses utilisées dans la production du purin (intrant organique) proviendraient d'un maraichage implanté au sein de la ferme.
- ✓ Pour le reste, appliquer le système intégré (énergie provenant du biogaz et digestat des fientes de poulet).

Tableau 11 : Comparaison des trois types de culture

Types de culture	Composition du milieu de culture	Technique de culture	productivité	Impact économique	Impact social	Impact environnemental
Culture avec engrais chimiques	-dosage connu -la plus rependue - dépendante en parti de l'occident -utiliser dans toutes les productions	Les molécules et leur masse moléculaire sont déjà connues, il suffit de calculer les quantités qui composent le milieu	Elevée et répond mieux au besoin humanitaire qui est de fournir la spiruline en grand quantité	-important revenu grâce à la vente -coût élevé en intrants	-part humanitaire élevée -n'implique pas la population riveraine	Pas d'impact significatif sur l'environnement lorsque les purges sont bien gérées
Culture Bio	-méconnaissance de la dose contenue dans les intrants -moins rependue -autonomie en intrant -souvent utilisée dans les fermes artisanales et semi-industrielles	Préparation par l'agriculteur de la solution. Ajouter les solutions en fonction de la production réalisée	-faible -répond mieux au besoin de commercialisation via la filière bio	-faible revenu -coût moins élevé en intrants -peu être valorisée par la certification bio	-part humanitaire très réduit -création d'activités rémunératrices de revenus pour les riverains	Pas d'impact réel sur la protection de l'environnement
Système intégré	En plus du CO ₂ gazeux ajouté au milieu, il s'adapte aussi bien à la culture avec engrais chimiques que la culture bio.	Installation de l'injection de CO ₂ dans le milieu. Pour le reste, procéder comme la culture avec engrais ou bio.	Fonction des intrants utilisés pour le milieu de culture	Revenu très important grâce à la réduction des coûts en intrants et de la vente des produits de l'aviculture et du maraichage	-amélioration du cadre de vie des ménages grâce à la distribution de biogaz -fonction de la culture utilisée	Protection de l'environnement par la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

2. Modes de production

La production de Spiruline se fait à plusieurs échelles : artisanale, semi-industrielle et industrielle. Les éléments de différenciation de ces modes de production sont la surface totale des bassins de culture et de l'exploitation, les moyens et matériaux utilisés, les degrés de technologie et les objectifs de la ferme. Le processus de fabrication quelque soit le mode de fabrication de la spiruline passe cependant par les mêmes étapes obligatoires décrites sur la base des méthodes semi-industrielles (cf I.3).

Il est à noter que certaines exploitations, en se basant uniquement sur leur faible niveau technologie de production, préfèrent ou utilisent l'appellation de ferme artisanale. Cette appellation est importante au niveau de la commercialisation car les fermes dites artisanales ont de la spiruline des meilleures valeurs nutritionnelles, donc un meilleur prix. C'est généralement le cas des fermes semi-industrielles.

2.1 Production artisanale

L'un des précurseurs de culture de la spiruline à l'échelle artisanale est Ripley Fox. Il a initiée ce mode de culture pour lutter contre la malnutrition dans les PVD. En 1985, dans le cadre du système de santé villageoise intégré, il a proposé une alternative pour la petite production, utilisant les concepts de bioconversion. Son objectif était l'amélioration de l'état de santé des enfants malnutris avec la participation de la population.

Durant ces vingt cinq dernières années, le nombre de productions artisanales de spiruline n'a cessé de s'accroître, particulièrement dans les pays en voie de développement. C'est généralement grâce à l'appui financier et technique des ONG que ces productions voient le jour. L'objectif des ONG est de créer un maximum de fermes aquacoles dans les contrées touchées par la malnutrition, afin de rendre la spiruline accessible en grande quantité aux populations.

Les fermes artisanales de spiruline sont des systèmes d'exploitation nécessitant un faible apport en énergie. La surface des bassins est très variable, n'excédant pas la centaine de m² pour une surface totale d'exploitation inférieure à 3000 m². Les moyens mis en œuvre peuvent être rustiques, faisant appel au bon sens et à l'ingénierie. Les agitations sont souvent faites à la main mais certaines fermes artisanales utilisent des roues à aube. Le système de séchage est mixte pour la plupart : les fours solaires sont relayés le soir, quand c'est nécessaire, par des fours à gaz, électriques ou au charbon de bois. Elles ont une capacité annuelle de production n'excédant pas 200Kg.

La qualité est contrôlée à différents niveaux : surveillance assidue des bassins (contrôle quotidien des principaux paramètres de culture : pH, densité, température, concentration, niveau d'eau) ; examen au microscope, analyses microbiologiques en laboratoire.

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

Les productions sont destinées, soit en totalité à l'humanitaire, soit une partie à l'humanitaire et l'autre à la commercialisation.

Un inventaire des projets de fermes artisanales à été réalisé au cours du second colloque international sur la spiruline en 2004. Cependant, il n'a pas été possible de juger de la pérennité de toutes les fermes (la plupart avait moins de 5ans d'existence) mais ont a pu remarquer que certaines étaient pérennes sans être autonome. La gestion de ces fermes entre dans le fonctionnement des structures d'accueil.

2.2 Production semi-industrielle et industrielle

Les systèmes de production semi-industrielle et industrielle se différencient par l'ordre de grandeur de l'investissement, la surface des bassins de culture, le tonnage de production, et la sophistication des techniques de production.

a) Production semi-industrielle

Ces fermes sont constituées de bassins généralement de 200 à 1000 m² avec une surface totale exploitée entre 3000 m² et 1 hectare. Leur capacité de production annuelle est de 10 à 50 tonnes. Il est important de noter que certaines fermes artisanales dépassent ces spécifications. Pour elle, la technologie quelles utilises permet de les classer par les fermes artisanales.

Dans les pays en voie de développement, les fermes semi-industrielles utilisent les mêmes technologies que les fermes artisanales. Au niveau du circuit de distribution, une partie est destiné à l'humanitaire et l'autre à la commercialisation. Leur objectif est d'être pérenne et autonome grâce à la vente de leur produit.

b) Production industrielle

Les productions industrielles sont représentées, depuis plus de 20 ans, par de grosses compagnies telles que Earthrise, Cyanotech ou Siam Algae. Ces productions se distinguent des précédentes par l'importance des moyens mis en place dont ceux pour les contrôles de qualité, sa capacité de production et son objectif, purement commercial. Une exploitation industrielle, d'une surface totale de plusieurs hectares, peut produire entre 50 et 500 tonnes de spiruline sèche par an et même aller au delà. Les bassins ont une surface de 1000 à 5000 m². La plupart des productions industrielles utilisent des systèmes informatisés contrôlant automatiquement la production.

V. PROJET D'EXPLOITATION D'UNE FERME DE SPIRULINE DANS LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT

L'idée de cultiver la spiruline dans les PVD ne s'est concrétisée que dans le courant des années 90. La motivation principale a été bien évidemment l'aide que la spiruline pouvait apporter aux populations souffrant de façon chronique de malnutrition compte tenu de ses propriétés.

L'importation de spiruline à partir des productions industrielles (USA, Hawaï, Amérique du Sud, Inde, Chine.) revenait à des prix au kg, rendus sur place, excessifs et créant ainsi pour les malnutris, les plus démunis, une dépendance supplémentaire vis-à-vis des pays exportateurs comme pour les produits pharmaceutiques. Pour pallier à cette dépendance et créer une ressource locale autonome et pérenne, les ONG internationales et leur partenaire local ont mis en place des projets de production de spiruline. Ces projets ne se font pas sans difficultés que cette étude essaiera d'énumérer tout en proposant des esquisses de solutions. Mais avant, cherchons à savoir si les projets de production de spiruline dans les PVD ont une place dans le contexte de mondialisation actuel.

1. Place de la spiruline des PVD dans la production mondiale

Selon une étude d'ELYAH Ariel, « Quel avenir pour la spiruline ? », la production mondiale de spiruline était de 2450T en 1999, contre les 3 760T escomptés des analyses prévisionnelles américaines faite en 1993, soit 1 310T de moins. Cet écart est dû à une réduction en 1998 de la production des Etats-Unis, du Mexique, de la Chine et de l'Inde pourtant gros producteurs. A l'inverse et contre toute attente, les petits producteurs que sont la Birmanie et Taïwan ont eu des productions respectivement de 230% et de 25% supérieures aux moyennes prévues.

Il en ressort de cette analyse que les pays en voie de développement pourraient bien prendre la relève dans la production de spiruline, grâce aux micro-projets. Les marchés nationaux et internationaux sont loin d'être saturés, à condition que le produit les normes de qualité requises sur les différents marchés et bien accepté par les populations.

2. Problèmes rencontrés par les initiateurs de projet

La spiruline, en attendant d'avoir conquis les principales organisations de santé internationales et le monde scientifique souvent sceptiques, n'en a pas moins sur le terrain de très nombreux adeptes : organisations de santé locales, congrégations religieuses, centres de réhabilitation nutritionnelle, médecins et infirmiers ayant pu se rendre à l'évidence du « plus » apporté par la spiruline. Nombreuses sont, par conséquent, les ONG petites ou moyennes qui souhaiteraient en implanter des cultures locales.

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

Or, il se trouve que 95 % des projets d'implantation dans les PVD ne voient pas le jour. De plus, parmi les 5 % restant, 1/3 périssent, 1/3 vivent et 1/3 se développent (Hélène CRUCHOT, 2008).

Quelles sont les raisons de tant d'échecs ?

2.1 La complexité de la filière

La production locale de spiruline est à la fois complexe et longue puisque qu'elle fait appel à des connaissances diverses : techniques, biologiques, commerciales, gestion des ressources humaines et gestion financière. C'est une véritable organisation qu'il faut mettre en place à laquelle les exploitants de projet dans les PVD ne sont pas habitués. De plus, la filière spiruline n'est pas organisée au niveau international encore moins dans les PVD. Les circuits de vente ne sont pas clairement définis, les normes spécifiques à la spiruline ne sont pas connues de tous, les autorisations d'exploitation de ferme et de mise sur le marché du produit ne sont pas facile à obtenir. Les autorités des ces pays ne s'impliquent pas réellement dans la valorisation de la filière soit par méconnaissance, soit par négligence. Dans la plupart de ces pays, il n'existe pas d'association réunissant les acteurs de la filière capables de défendre l'ensemble de la filière au niveau national, sous-régional et international.

Par ailleurs, l'expérience montre que l'effort le plus important à fournir est dans l'autonomie et la pérennisation de la ferme. Nombreuses sont les ONG qui concentrent leurs efforts dans l'installation de la ferme sans toutefois veiller efficacement à la continuité du projet après leur départ.

2.2 La maîtrise de la culture

Les techniques de culture de la spiruline sont aujourd'hui bien connues des spécialistes, mais il est rare qu'une ONG, lorsqu'elle débute, en ait un à sa disposition. Elle débute grâce aux conseils, écrits ou oraux de ces derniers, ou grâce à quelques connaissances acquises sur des missions antérieures. Pourtant, force est de constater que cette culture est un art relativement complexe pour le commun des mortels.

Parmi les problèmes les plus fréquemment posés, on peut citer l'apparition des spirulines droites, les spirulines fragmentées, le jaunissement plus ou moins rapide des cultures, les difficultés de filtration et/ou de pressage, l'apparition de goût ou d'odeur désagréable, les éventuelles contaminations par d'autres algues, des problèmes de redémarrage de la culture après une purge etc.

Lorsqu'on débute, la culture est difficile à maîtriser pour les non experts car elle dépend de nombreux facteurs croisés (température, ensoleillement, nourriture, agitation, pH...), à cela s'ajoute les caprices de tous organismes vivants.

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

En outre, afin de pouvoir se faire conseiller à distance par un connaisseur, il faut déjà avoir acquis un certain niveau de connaissance et d'expérience, de façon à lui formuler correctement la difficulté rencontrée et avoir les moyens appropriés de communication (la langue, le téléphone, l'internet, etc...)

A cela, on peut aussi ajouter que le matériel cédé par l'ONG est parfois mal adapté ou rapidement mis hors service sur le terrain : pH mètres en panne ou mal utilisés, solutions étalons et kits d'analyse périmés etc....

L'apparente facilité des projets d'exploitation provient du fait que le démarrage d'une culture de spiruline ne pose généralement pas de problème : la souche et le milieu de culture sont neufs, les conditions de développement sont optimales. Cette période favorable, de quelques semaines à quelques mois, correspond généralement à la période de présence des représentants de l'ONG internationale sur place. Celles-ci repartent alors avec le sentiment de la "mission accomplie". Malheureusement, les premières difficultés surviennent le plus souvent après le départ de l'ONG, ce qui pose un véritable problème à l'acteur local.

2.3 Formation du personnel local

Lorsque la maîtrise de la culture par l'ONG est acquise, il s'agit ensuite de transmettre ce savoir à une petite exploitation locale. Rappelons qu'il est quasiment indispensable de disposer sur place d'un partenaire sérieux et organisé, et de certaines facilités (eau, électricité et téléphone). Le recul permet de constater que la grande majorité des implantations réussies en Afrique (durée de vie prolongée au-delà de 5 ans), sont pour l'instant le fait de congrégations religieuses locales stables et organisées.

Le transfert du savoir est relativement rapide. Il faut compter entre quelques heures et quelques jours selon les moyens pédagogiques utilisés et l'entendement des étudiants. En revanche, l'acquisition du savoir faire nécessite du temps et de la patience car elle est le fruit de l'expérience.

Toujours dans le cadre de la formation, la maîtrise de la gestion d'une unité de production de spiruline, quelque soit la taille de l'exploitation, est une étape tout aussi longue à acquérir pour l'exploitant. L'expérience montre qu'en Afrique, cet aspect est particulièrement délicat à aborder, tant sont absentes les notions d'organisation, de discipline, d'anticipation, de procédures, de contrat, de comptabilité, pourtant piliers de toute entreprise. En réalité, la notion d'entreprise est pratiquement absente du tempérament africain, encore prisonnier de sa tradition et de ses racines. Il est ainsi fréquent de constater des ruptures de stock d'intrants, des négligences dans la comptabilité et une surveillance irrégulière des cultures.

Quelques années de patience et de conseils sont nécessaires pour que, peu à peu, chacun au niveau de l'exploitation se sente responsable et soit efficace. Au final, la survie d'une exploitation passe par la professionnalisation progressive de l'équipe en place. Même si l'ONG démarre sur une base louable alter mondialiste, force lui sera de reconnaître qu'elle n'échappera pas aux principes

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

universels de l'entreprise. Bien entendu, ces notions ne doivent pas occulter le respect des principes humanitaires et le travail dans la bonne humeur.

2.4 Pérennisation de la ferme

La construction d'une ferme de spiruline a un coût, mais l'exploiter sur le long terme coûte encore beaucoup plus cher, ce qui est loin d'être négligeable.

Dans le cadre de petites installations (quelques dizaines de m²), c'est le plus souvent l'ONG qui se concentre sur la construction et le démarrage de la ferme, tandis que les aspects financiers et le suivi sont confiés au partenaire local.

Pour ces micro-installations qui produisent quelques kilogrammes de spiruline par mois, les coûts mensuels (en prenant en compte tous les salaires, les intrants, l'ensachage, les réparations et remplacements de matériel, l'eau, le téléphone et l'électricité), étaient de l'ordre de 80 à 150 € en 2006 (ordre de grandeur pour l'Afrique), soit entre 50 000 et 100 000 F CFA. Ces coûts, même modérés, constituent une charge supplémentaire pour le financeur, dont il n'a apparemment pas souvent conscience à l'origine.

Ainsi, les coûts d'exploitation dépassent en quelques années le coût de réalisation, et ceci d'autant plus rapidement que l'unité de production est petite. Au bout du compte, produire de la spiruline sur de petites installations revient toujours plus cher que d'importer de la spiruline industrielle (environ 15 € le kg).

En pratique, les petites unités de production de spiruline en milieu villageois ou par le biais d'une association locale humanitaire, en fournissent au maximum quelques kilogrammes par mois et offrent un impact humanitaire limité au regard des efforts fournis. En général, le fonctionnement de ces fermes est supporté par les associations sinon le projet est abandonné.

Néanmoins, l'expérience montre qu'il est souvent intéressant de commencer par ces petites installations, pour « se faire la main », et aussi parce que les coûts d'investissements sont faibles (environ 10 000 €). De plus, ce type d'installation a l'avantage de faire connaître la technique de culture de la spiruline, et de permettre la distribution de spiruline fraîche, plus efficace et plus facilement tolérée. On crée ainsi dans les PVD, des "noyaux d'intérêt" de la spiruline, propices au démarrage dans un deuxième temps, de projets plus grands, à objectif d'autofinancement.

Dans le cadre des exploitations artisanales de quelques centaines de m², c'est effectivement le principe de l'autofinancement qui est pratiqué. Il consiste à financer les coûts d'exploitation en commercialisant une partie de la production, la partie restante étant destinée à la distribution sociale pour les plus démunis.

Cette part sociale que peut fournir une exploitation est fonction du prix de revient de la production et du prix de vente de la partie commercialisée. Plus le prix de revient est faible et le prix de vente de la

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

partie commercialisée est élevée, plus le pourcentage de part sociale est élevé ou/et moins est le prix de la part sociale.

Il faut donc au niveau de ces fermes, mettre en place des systèmes de gestion qui ont fait leurs preuves dans d'autres fermes capables de réduire le coût de production, d'augmenter la productivité et le prix de vente de la partie commercialisée au niveau local, national et international.

2.5 Le contexte économique mondial

La réussite d'un projet de spiruline n'est pas spécifiquement liée à la spiruline mais aussi au contexte économique mondial. Si les micro-projets spiruline ne prennent pas, c'est aussi parce qu'en produisant de la spiruline on génère peu ou pas d'argent. On produit un aliment pour des populations locales, ce qui ne présente pas un grand intérêt pour les institutions financières internationales (Banque mondiale et FMI) assurant la tutelle des PVD.

Les projets des fermes semi-industrielles ou industrielles quant à elles peuvent avoir le soutien de ces institutions car ils créent beaucoup plus d'emplois et améliorent considérablement les revenus des personnes qui y travaillent lorsque ces projets sont convenablement réalisés.

En outre, la mondialisation avec son corollaire de problèmes pour les PVD ne facilite pas d'intégration des produits de ces pays dans le commerce mondial. La connaissance des normes qualités et la maîtrise des lois du commerce international sont autant de problèmes auxquels sont confrontés les PVD. Les agences des Nations Unies (FAO, UNICEF, OMS), spécialisées dans le domaine de la lutte contre la faim et la malnutrition, bien que compétentes, sont trop timides vis à vis des lois des marchés. Or, tant que les secteurs de la nutrition et de la santé seront soumis de ces lois, les populations les plus pauvres ne pourront jamais s'en sortir.

3. Conseils pour réussir un projet de ferme pérenne.

Un projet d'exploitation de spiruline dans un PVD se divise en plusieurs étapes successives et des conseils particuliers se rapportent à chacune d'elles. Ces conseils donnés dans ce document sont le fruit de l'expérience et du vécu de membres de l'ONG TECHNAP, impliquée depuis une vingtaine d'années dans ce type de projets.

3.1 Choix du partenaire

Avant de se lancer dans un projet de production de spiruline, il faut s'assurer qu'il existe un besoin réel et que les conditions de réalisation et d'exploitation minimum d'une ferme sont remplies.

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

Le choix du partenaire local est très important puisqu'il conditionne la réussite et la pérennité du projet. Ce partenaire local doit entre autres :

- Etre demandeur du projet,
- Situé dans un pays politiquement stable et peu corrompu,
- Etre sérieux,
- Disposer des moyens de communication
- Avoir parmi ses objectifs, la lutte contre la malnutrition.

L'axe central du projet est l'alliance profonde entre l'ONG internationale et le partenaire local. Ces deux partenaires doivent avoir des motivations claires et des objectifs humanitaires communs. Ils doivent se montrer totalement disponibles pour la cause commune et être à la fois compétents et complémentaires pour la mission qui leur revient.

3.2 Mission préparatoire

Cette mission consiste en la rencontre entre les deux partenaires. C'est à ce moment qu'ils apprennent à se connaître et constatent réellement leurs objectifs communs. Ils doivent rédiger et signer une convention de projet.

Il est néanmoins fréquent de constater par la suite des problèmes et il est important que chaque partenaire suive la ligne de conduite qu'il a décrite dans la convention. Ces problèmes existants sont multiples parmi lesquels :

- une absence de communication et d'écrits réguliers (en interne chez les deux partenaires et entre les partenaires) ;
- une volonté et/ou une compétence insuffisante(s) de la part d'un partenaire ;
- des objectifs cachés par l'un ou l'autre.

3.3 Etude d'avant-projet

Cette étude doit être convaincante sur tous les plans : objectifs du projet, principes techniques et financement (budget d'investissement et budget d'exploitation).

Bien entendu, elle doit être approuvée par les partenaires.

3.4 Recherche de fonds

Elle doit se faire impérativement après la signature de la convention et l'étude d'avant-projet. Cette étape permet d'éclaircir les idées car la connaissance des deux types de budget est importante pour une mise en œuvre efficace du projet.

3.5 Etude technique détaillée

Cette étape qui doit être traitée en parallèle ou après la demande de fonds et demeure indispensable. En effet, elle permet de définir en détails la construction et le fonctionnement de la ferme.

3.6 Construction

Elle doit être suivie au plus près sur le terrain, grâce à des missions successives. Cette étape passe par des Appels d'Offre ou parfois par des gré à gré. Elle devient officielle lorsque les procès verbaux de réception provisoire sont établis et prend fin au moment de la Transmission de Propriété.

3.7 Formation du personnel et démarrage de la culture

A ce stade du projet, il faut d'abord rédiger les procédures d'exploitation, puis recruter et sélectionner le personnel. Vient ensuite la formation de celui-ci. Il est essentiel de bien choisir le futur responsable de l'exploitation.

Au niveau de la formation des exploitants de la ferme, les ouvrages disponibles ne sont pas exploitables en l'état, car souvent trop riches et techniques. Il est préférable de rédiger un « mode d'emploi de la ferme » adapté aux conditions particulières du site.

En ce qui concerne plus particulièrement la formation "gestion du personnel" de l'exploitant responsable, voici quelques conseils:

- Etablir un organigramme de l'exploitation, un règlement intérieur et préciser par écrit les tâches de chacun.
- Concentrer la responsabilité de l'exploitation, tant technique que financière, sur une seule et même personne chargée de vérifier que chaque employé fait convenablement son travail.
- Etablir dès que possible une comptabilité de la ferme. Quelle que soit la solution de financement de l'exploitation, la connaissance des coûts d'exploitation est nécessaire. Il est indispensable de s'opposer à la tendance naturelle dans les PVD visant à travailler au jour le jour et commençant à chercher de nouvelles recettes lorsque les caisses sont vides. En

principe, aucun projet ne devrait voir le jour sans l'établissement d'un compte d'exploitation mensuel prévisionnel, préparé en parallèle avec le budget d'investissement;

- Savoir impliquer le personnel dans le fonctionnement et la vie de la ferme est très important. Il est essentiel que chaque employé comprenne que la ferme fonctionne uniquement grâce à la volonté et au labeur de chacun. Le salaire perçu doit refléter très exactement les résultats de la production. Des primes à la productivité sont parfois utilisées car elles constituent un excellent moyen de prise de conscience et de motivation. Le Responsable de l'exploitation doit néanmoins veiller à ce que l'équipe travaille dans un bon état d'esprit, avec une communication professionnelle permanente au sein de celle-ci.

Une fois que le responsable de l'exploitation s'est procuré la souche de spiruline à ensemercer, le démarrage de la culture peut avoir lieu. Elle débute dans des bassines d'ensemencement avant d'être transférée dans le ou les bassins de culture.

3.7 Suivi de l'exploitation, circuits humanitaires et commerciaux

a) Suivi de l'exploitation

Le suivi de l'exploitation consiste à :

- améliorer les procédures d'exploitation afin de diminuer le prix de revient ou le coût de production,
- surveiller la comptabilité,
- diagnostiquer les difficultés rencontrées lors de la culture et apprendre progressivement à y faire face sans aide extérieure.

b) Circuit humanitaire

Le suivi de la production destinée à la distribution humanitaire consiste à :

- choisir des circuits fiables pour cette distribution,
- calculer objectivement le pourcentage de la production qui peut être distribué socialement,
- définir le prix et le pourcentage sur la base de calcul,
- constater l'efficacité sur les sujets malnutris.

Le but de ce type d'exploitation étant au final de pouvoir distribuer un pourcentage important de spiruline à moindre coût à la population locale dans le besoin, le Responsable de la ferme doit chercher des solutions idoines pour augmenter cette part tout en réduisant le prix. En réalité, les degrés de liberté dont il dispose sont assez limités:

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

- ✓ Le prix de vente commercial ne peut augmenter au-delà d'un certain seuil. En effet, il doit tenir compte de la concurrence nationale et internationale qui, si elles n'existent pas au démarrage du projet, seront vite présentes dès lors que la spiruline aura du succès localement.
- ✓ La marge d'exploitation ne peut pas trop se réduire pour éviter de mettre en danger la santé financière de la ferme.
- ✓ Le prix de la part humanitaire dépend du pouvoir d'achat des plus démunis, lequel est nul dans certains cas, il n'est donc pas question de l'augmenter.

Reste alors la possibilité d'action sur le prix de revient. La diminution de ce prix de revient passe bien sûr par la rationalisation de l'exploitation, en améliorant notamment les techniques de récolte et d'ensachage, en trouvant des intrants moins chers, et en diminuant la consommation énergétique (eau, électricité, gaz).

Cependant, le moyen de loin le plus efficace consiste à augmenter la surface de l'exploitation, afin de bénéficier de l'effet d'échelle. Cela permet en effet de :

- ✓ diminuer la part relative du personnel non productif (charges fixes)
- ✓ améliorer la productivité des récoltants grâce à des ateliers centralisés;
- ✓ diminuer les coûts spécifiques d'entretien (séchoirs et bassins plus grands, matériels laboratoires, informatiques, frais de téléphone)
- ✓ diminuer le coût des intrants (achats en gros)
- ✓ diminuer le coût relatif de l'ensachage (commandes en gros)
- ✓ limiter les coûts énergétiques (eau : utilisation de forage — électricité : système solaire raccordé au réseau).

c) circuit commercial

En ce qui concerne la part de production destinée à la vente commerciale, les modalités sont :

- fixer le prix de vente après une bonne étude de marché,
- choisir un représentant commercial et définir précisément son rôle,
- débiter la promotion pour faire connaître la spiruline et ses bienfaits, à une large population. A ce stade bien avoir en tête ce qu'il faut dire et ce qu'il ne faut pas dire,
- définir des lieux de vente stratégiques,
- choisir un conditionnement adapté à une conservation optimale, tout en gardant à l'esprit les soucis d'économie.

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

Notons qu'il n'existe pas à proprement parler de filières de vente de la spiruline. Les grosses entreprises ont leur propre département de distribution. La vente se fait dans les industries agroalimentaires, dans les boutiques de produits naturels, en magasins spécialisés en diététique, parapharmacie, cosmétique, compléments alimentaires pour animaux, dans certains clubs sportifs (body building), dans les rayons spécialisés en aliments de régime des grandes surfaces, sur Internet, de bouches à oreilles...

Dans les pays développés, la Spiruline issue de la production industrielle est vendue au prix de gros sous forme de poudre de 16 à 19€ le kg en qualité humaine et de 8 à 13€ le kg en qualité animale. Elle apparaît sur le marché sous forme de comprimés à 200€ le kg et sous forme de gélules à 500€ le kg. La Spiruline issue des productions artisanales en France, est vendue de 75 à 130€ le kg.

En Afrique, les prix de vente sont bien inférieurs, généralement de 25 à 40€ le kg (rarement à plus de 40€). Ce prix est très variable selon le prix de revient, mais relativement bon marché.

Il y'a donc nécessité pour les fermes de PVD d'améliorer leur revenu en intégrant les marchés des pays développés surtout que la plupart des fermes sont artisanales.

VI. IMPACT SOCIO-ECONOMIQUE DES FERMES DE SPIRULINE DANS LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT

La culture de la Spiruline s'inscrit pour plusieurs fermes dans une politique de projets intégrés d'associations villageoises ou de communes, ayant pour but la production d'aliments capable de lutter contre la malnutrition tout en participant au développement durable de la région.

1. Moyen de lutte contre la malnutrition et d'amélioration de la santé

La valeur nutritionnelle de la spiruline permet aux PVD de disposer d'un aliment produit localement et moins couteux (par rapport aux produits synthétiques) pour lutter efficacement contre la malnutrition. De ce fait, les ONG internationales en partenariat avec des associations villageoises et communautaires réalisent des projets de production de spiruline qui prennent en compte l'humanitaire. La totalité ou une partie de la production est vendue en dessous du prix de revient dans les Centres de Réhabilitation Nutritionnel (CRN) pour les enfants, les centres pour lépreux, les associations caritatives et de lutte contre le VIH-SIDA, les ONG humanitaires, etc....

2. Création d'emploi et amélioration de revenus

Le taux de chômage dans les PVD est très élevé. L'installation d'une ferme de spiruline dans une région crée des emplois pour des personnes qualifiées ou non. Une exploitation semi-industrielle comme la ferme Nayalgué au Burkina-Faso emploie quarante personnes qui sont rémunérées par la vente des produits dans une filière peu organisée.

En outre, les exploitations qui produisent de la spiruline Bio utilisent des intrants organiques achetés auprès des populations environnantes, ce qui développe une activité autour de la ferme contribuant ainsi à un développement local et un équilibre social.

3. Assurer la formation

Certaines fermes de spiruline dans les PVD affichent la vocation d'être des centres de formation pour la culture de spiruline. Ces formations peuvent favoriser l'entrepreneuriat des jeunes déscolarisés réduisant ainsi le chômage tout en améliorant la santé.

Aussi, des fermes signent-elles des conventions avec certains établissements pour mettre en place un programme nutritionnel ou de sensibilisation à l'utilisation de la spiruline pour la santé. Grâce à ces conventions, les élèves acquièrent une formation pratique en nutrition humaine et les fermes font connaître leur produit à une population jeune et dynamique capable de relayer l'information.

4. Protection de l'environnement

Les gaz à effet de serre ont une action considérable sur le réchauffement climatique de la planète. Parmi ces gaz figurent le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4) et le protoxyde d'azote (NO_2). La spiruline a également besoin de ces gaz comme source de carbone et d'azote pour se développer.

En couplant le milieu de culture avec les sources de ces gaz (biodigesteur), la spiruline peut les assimiler et les réduire que de les laisser s'échapper dans la nature. Ce système de culture a déjà été réalisé dans le cadre du système intégré.

De plus, les purges peuvent être utilisées en agriculture comme engrais organiques en lieu et place des engrais chimiques qui sont de grandes sources d'émission de gaz à effet de serre.

En outre, les ruminants sont de grandes sources d'émission de méthane. Si on remplace progressivement la protéine issue des ruminants par la protéine issue de la spiruline, on réduirait considérablement les émissions de méthane dans l'atmosphère. Une culture de la spiruline produit 50 tonnes de protéines à l'hectare (contre 160 kg pour le bœuf) et elle assure en parallèle une absorption de 25 tonnes de carbone à l'hectare. A cela, il faut ajouter qu'il faut $2,1\text{m}^3$ d'eau pour produire 1Kg de

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

protéines issu de la spiruline contre 105m³ issu des bovins (Hélène CRUCHOT, 2008). La spiruline participe alors à la protection de la nappe phréatique.

En outre, la conservation d'eau douce (2,5% de l'eau totale de la planète) est possible en utilisant l'eau de mer (97,5% de l'eau totale de la planète) pour la culture de la spiruline mais l'analyse qualitative et quantitative n'a pas retrouvé de différences significatives avec l'analyse d'une même souche cultivée à partir d'eau douce. La recherche de solutions permettant d'optimiser les rendements tout en minimisant les coûts de production sont en cours.

Conclusion

La valeur nutritionnelle et les apports socio-économiques apportés par la spiruline dans les pays en voie de développement montrent combien il est important d'intégrer les projets de production de spiruline dans la lutte contre la malnutrition et le développement durable des localités. L'avantage indéniable de la spiruline est que toutes personnes quelles que soient leur état physique ou psychique peuvent la consommer sans risques d'effets secondaires ou de surdosage lorsque les prescriptions sont respectées. Néanmoins, il est conseillé aux personnes sous traitement, de demander l'avis du médecin.

Aussi, les systèmes de culture sont tous adaptés aux réalités de ces pays, mais celle qui présente le plus d'intérêt sur le plan socio-économiques et environnementales est sans conteste le système intégré. Malheureusement, il est encore mal maîtrisé par les algoculteurs. Des travaux doivent donc être réalisés pour mieux affiner ce mode de culture.

Il est à noter que la réalisation d'une ferme autonome et pérenne dans un PVD passe par le choix d'un bon partenaire local, un suivi régulier sur le terrain et la maîtrise de la production et la distribution des produits de la ferme. Il est conseillé de débiter par la mise en place d'une ferme artisanale, ce qui permettra aux partenaires de connaître les vrais réalités de l'implantation d'une ferme dans la région cible ainsi que la production et la distribution de la spiruline. Ensuite, ils pourront passer à une ferme semi-industrielle à vocation pérenne. A ce stade de la production, un regard particulier doit d'être porté sur la qualité de la spiruline dans toutes ces composantes.

DEUXIEME PARTIE : ENJEUX DES NORMES QUALITES DANS LA FILIERE SPIRULINE DANS LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT

Introduction

La qualité est à la base de la compétitivité des entreprises, à la fois pour résister à la concurrence étrangère sur les marchés locaux et pour trouver des débouchés à l'exportation. Dans le contexte actuel de concurrence mondiale exacerbée, la qualité au sein des industries agroalimentaires est devenue un impératif de compétitivité, d'autonomie, de pérennité et de développement.

Ainsi, dans les pays en voie de développement, les fermes de spiruline qui désirent être autonomes et pérennes grâce à leur intégration sur les marchés internationaux se heurtent à des difficultés de tous ordres. Ces difficultés proviennent à la fois de l'environnement institutionnel et économique-industriel, du contexte socio-éducatif et humain ainsi que de la méconnaissance des opportunités offertes par la certification. Les fondements mêmes de la qualité et de la salubrité des produits alimentaires et des certifications sont encore méconnus de nombre d'exploitants de ferme. Or, c'est de la maîtrise de ces concepts que seront améliorées la production et la commercialisation et, partant, l'autonomie financière et la pérennité des fermes.

I. MARGINALISATION DES FERMES DE SPIRULINE DANS LES PVD

La mondialisation est le défi de ce siècle et l'histoire hésite entre ses risques et ses chances. Pourtant bien gérée conjointement par l'ensemble des pays du monde, la mondialisation est une chance pour les Pays en voie de développement (PVD). Néanmoins, toutes les régions du monde ne participent et ne bénéficient pas de la même manière à la mondialisation. Dans cette dynamique de mondialisation actuelle, la filière spiruline dans les pays en voie de développement est minée par des multiples problèmes.

1. Un cadre institutionnel et réglementaire régissant les fermes de spiruline inexistant

L'élaboration de lois et de règlements alimentaires pertinents et applicables est une composante essentielle d'un système moderne de contrôle. En effet, de nombreux pays en voie de développement ont dans ce domaine une législation inadéquate, ce qui a nécessairement des répercussions sur l'efficacité de toutes les activités en matière de contrôle alimentaire menées au niveau national. La conformité à la réglementation publique est bien une exigence minimale pour les entreprises avant de pénétrer un marché. Les règlements stipulent les exigences concernant la qualité sanitaire de certains produits finaux (vendus aux consommateurs). Pour les produits qui n'ont pas encore fait l'objet de réglementation, les autorités s'en remettent aux entreprises individuelles pour le choix des moyens appropriés pour atteindre la sécurité du consommateur.

Si les caractéristiques des produits finis sont vérifiables via des analyses, ce n'est pas le cas des procédés. Les procédés de fabrication ne peuvent être règlementés que dans le cadre de l'Etat où ils sont réalisés.

Les pouvoirs publics sont donc amenés à jouer un rôle important dans le développement des produits de qualité. D'une part, l'encadrement institutionnel de ces démarches est indispensable pour garantir les pratiques loyales sur les marchés et des dispositifs adaptés au contexte local et national doivent être envisagés. D'autre part, les acteurs publics peuvent soutenir de telles démarches en vue de contribuer au développement économique et rural du territoire, en occurrence, des zones marginalisées.

La spiruline n'est pas en marge de ces problèmes de réglementation. Certains pays en voie de développement, n'ont pas de règlements spécifiques concernant la production de spiruline. Les autorités s'en remettent aux fermes et aux exigences des exportations, par manque de cadre institutionnel et juridique. Les exportateurs conscients de ce vide institutionnel et juridique ont des critères de qualité de plus en plus exigeants, souvent au détriment des producteurs de spiruline.

Dans d'autres pays par contre, il existe un cadre réglementaire et juridique de la spiruline. La réglementation sur la production et la commercialisation de spiruline au Burkina-Faso est appliquée par le Ministère de la santé à travers l'Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) des médicaments issus de la pharmacopée traditionnelle.

2. Des structures administratives de gestion du contrôle des fermes inexistantes

L'efficacité des systèmes de contrôle alimentaire en général, et de la spiruline en particulier exige une coordination stratégique et opérationnelle au niveau national et international.

Les systèmes de contrôle alimentaire doivent s'appliquer à l'ensemble des aliments et produits transformés et commercialisés dans le pays, y compris aux aliments importés. De tels systèmes doivent avoir une base réglementaire et un caractère contraignant, pour mieux assurer la protection du consommateur.

La législation de chaque pays en voie de développement doit prévoir la création de directions et de structures administratives auxquelles incombent clairement la responsabilité des tâches suivantes :

- l'élaboration et la mise en œuvre d'une stratégie nationale intégrée de contrôle alimentaire;
- l'exécution d'un programme national de contrôle alimentaire;
- l'obtention des moyens financiers nécessaires et l'allocation des ressources;
- la définition de normes et de règlements;
- la participation aux activités internationales connexes de contrôle alimentaire;

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

- la mise au point de procédures d'intervention en cas d'urgence;
- la réalisation d'analyses des risques.

A ce titre, ces structures doivent instaurer des mesures réglementaires sur la spiruline, mettre en place un système de surveillance pour sa production, les mesures visant à faciliter une amélioration continue des fermes et enfin, définir des orientations générales sur la production, la transformation, le transport et la commercialisation de spiruline.

3. Des services d'inspection en matière de contrôle qualité inefficaces

L'administration et la mise en œuvre des législations alimentaires exigent le concours d'un service d'inspection alimentaire qualifié, dûment formé, efficace et honnête. Le rôle de l'inspecteur des denrées alimentaires est décisif, étant en contact quotidien avec l'industrie alimentaire, le secteur commercial et souvent le public. La réputation et l'intégrité du système de contrôle alimentaire dépendent dans une très large mesure de son intégrité et de sa compétence.

La spiruline est un produit méconnue d'une majorité d'inspecteurs. Il se pose un véritable problème d'inspection au niveau du contrôle du procédé de production dans les pays en voie de développement. Il y a donc un besoin urgent et permanent de formation et de développement des compétences du corps d'inspecteurs et de poursuite d'une politique de valorisation des ressources humaines, en particulier, la formation d'inspecteurs spécialisés dans le contrôle qualité de la spiruline.

4. Un manque de laboratoires accrédités

Les laboratoires sont une composante essentielle du système de contrôle alimentaire. Or, la création d'un laboratoire exige un investissement considérable, son entretien et son exploitation étant par ailleurs coûteux. Néanmoins, les laboratoires des pays en voie de développement doivent se doter de moyens adaptés aux analyses physiques, microbiologiques et chimiques. Outre les simples analyses de routine, les laboratoires doivent être équipés en fonction de leurs besoins en instruments, en appareillage et avoir les documentations techniques spécialisées. La précision et la fiabilité des résultats des analyses ne dépendent pas uniquement du type d'équipement utilisé, mais aussi de la qualification et des compétences de l'analyste, comme de la fiabilité de la méthode employée. Les résultats des analyses réalisées par un laboratoire de contrôle alimentaire sont souvent présentés comme éléments de preuve aux exportateurs ou en justice, afin d'établir la conformité aux règlements ou aux normes du pays. Aussi, il est important de vérifier l'accréditation du laboratoire avant d'y effectuer ces analyses.

5. Un faible investissement dans la filière spiruline

La filière spiruline ne bénéficie par d'investissement important du fait de sa méconnaissance ou du manque de confiance de la part des investisseurs nationaux ou étrangers. Ce sont généralement les ONG internationales qui trouvent les fonds pour l'installation des fermes dans les pays en voie de développement. A cela, viennent s'ajouter les problèmes du secteur de l'agro-industrie de manière générale.

L'agro-industrie est en pleine réforme dans de nombreux pays en voie de développement afin de promouvoir les investissements, d'étendre et de diversifier les activités de commercialisation et de transformation. Cependant, l'instabilité macroéconomique, les taux d'inflation élevés et l'insuffisance de devises étrangères constituent un risque qui rend l'environnement encore inapproprié à de grands investissements. À court terme, les programmes de stabilisation macroéconomique ont durement affecté le marché intérieur dans la mesure où des politiques monétaires contraignantes, des licenciements dans les services publics et d'autres mesures ont temporairement diminué le pouvoir d'achat de la population. En outre, le faible développement des marchés financiers qui se traduit par un accès très limité aux sources formelles de crédit par les petites et moyennes entreprises (PME), des coûts et des exigences de garanties relativement élevés ainsi que des options limitées de financement pour les grandes entreprises constituent un frein à l'investissement dans la filière spiruline.

6. Un manque d'accompagnement, d'informations et de formations des producteurs de spiruline

Les systèmes d'information, de formation et d'éducation jouent un rôle important dans le contrôle alimentaire en matière de transfert de l'information sur le produit, d'éducation et de conseil aux différentes parties prenantes du circuit allant de la ferme à la table. Ces systèmes interviennent dans la gestion des activités suivantes: informations factuelles et objectives des consommateurs, présentation du produit, fourniture de brochures d'information et de programmes d'éducation à l'intention des responsables et des travailleurs de l'industrie alimentaire; mise au point de programmes de formation des formateurs et fourniture de publications de référence aux agents de vulgarisation œuvrant dans les domaines de l'agroalimentaire et de la santé.

Par ailleurs, la mise en place d'un système qualité efficace dans la filière spiruline implique des systèmes d'accompagnement chargés du développement de services collectifs et un appui à la recherche sur la spiruline. Les informations et les formations dans les domaines de la normalisation et de la certification sur la spiruline, du contrôle phytosanitaire et qualité ainsi qu'en matière de gestion de la commercialisation doivent être prises en compte dans les politiques de développement des PVD. Les besoins spécifiques de formation des inspecteurs de la production de spiruline et des analystes des laboratoires réalisant le contrôle qualité doivent figurer parmi les tâches hautement prioritaires des organismes de contrôle alimentaire. Les activités menées dans ce sens jouent un rôle

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

préventif essentiel contribuant ainsi à la constitution de l'expertise et des compétences de toutes les parties intéressées en matière d'assurance qualité de la spiruline.

7. Des infrastructures et biens publics insuffisants

Les infrastructures sont des éléments indispensables dans le développement socio-économique d'un pays. Malheureusement, le faible développement des infrastructures physiques et des biens publics (transports, télécommunications, eau, électricité...) dans les pays en voie de développement posent des problèmes logistiques importants pour les fermes de spiruline. Elles doivent également faire face à des coûts relativement élevés des biens et services intermédiaires.

8. Le manque de compétitive des fermes à l'exportation

Dans le commerce international conventionnel, les commandes des exportateurs sont généralement très importantes. Pourtant, les fermes de spirulines des pays en voie de développement ont généralement une faible capacité de production. Pour celles qui ont relativement d'importante capacité, elles ne maîtrisent pas l'ensemble des facteurs de production, notamment la gestion des facteurs climatiques et l'approvisionnement en intrants. Elles ne peuvent donc pas prendre le risque d'accepter des grandes commandes de peur de ne pas pouvoir les honorer et perdre sa clientèle.

En outre, les critères de qualité demandés par certains exportateurs sont stricts. Les fermes, malgré leur bonne foi, m'arrivent pas à les atteindre et se trouvent dépossédés de leur marché.

De plus, certains Responsables de ferme n'ont pas de formation dans la rédaction des contrats à l'exportation, la recherche de marché, le marketing, la commercialisation, les systèmes de certification, etc...

II. ENJEUX DE LA QUALITE DANS LE COMMERCE INTERNATIONAL

1. Qualité

Pendant des millénaires et maintenant, le but des producteurs et transformateurs étaient de produire le plus possible. Cette surabondance des produits sur le marché a provoqué des problèmes sanitaires et de choix pour le consommateur. Les pouvoirs publics chargés de la sécurité des populations et les consommateurs ont donc exigé des produits de qualité.

1.1 Définition

La qualité des aliments est un concept vaste réunissant de nombreuses dimensions. Elle correspond à la capacité d'un produit, d'un processus ou d'un service à satisfaire ou excéder les attentes/exigences du consommateur. La norme ISO 9000:2000 en donne par exemple une définition large: « la qualité est l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit, d'un processus ou d'un service qui lui confèrent son aptitude à satisfaire des besoins implicites ou explicites ».

À l'ère du marketing par segmentation, la qualité est liée à chaque segment de marché et la satisfaction de l'acheteur final dépendra du degré de concordance entre ses attentes vis-à-vis du produit et sa propre perception de la performance globale du produit. La qualité correspond donc au degré de conformité de l'ensemble des besoins et attentes de l'acheteur compte tenu du prix que celui-ci est prêt à payer. Enfin, la qualité peut aussi être définie comme un degré de conformité à une norme ou un standard. Elle consiste à écrire tout ce qui est fait et à prouver que ce qui est écrit est fait.

1.2 Enjeux de la qualité dans la filière spiruline

La qualité est devenue un impératif vital de compétitivité, de rentabilité, de pérennité et de développement des fermes de spiruline. C'est un enjeu stratégique majeur dans un contexte de concurrence mondiale de plus en plus exacerbée. Elle génère rareté et différenciation, ce qui constitue de ce fait un avantage concurrentiel significatif pour les acteurs de la filière : les gouvernements, les exploitants de fermes et les consommateurs. Voici quelques-uns des avantages escomptés, qui devraient encourager les fermes de spiruline et les gouvernements des pays en voie de développement à les adopter.

a) Avantages pour les consommateurs de spiruline:

- Risque réduit de maladies liées aux produits défectueux,
- Sensibilisation aux questions de qualité nutritionnelle,
- Confiance accrue dans l'offre du produit,
- Amélioration de la qualité de vie (santé et socioéconomique) et du bien-être.

b) Avantages pour les fermes de spiruline

- Confiance accrue des pouvoirs publics et des consommateurs,
- Meilleure garantie d'aliments sains,
- Réduction des coûts d'assurance et juridiques,
- Accès plus large au marché (conventionnel et niche),
- Diminution des coûts de production (déperdition et retraits réduits),

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

- Qualité plus constante des produits,
- Engagement plus fort de la direction et du personnel en faveur de la sécurité sanitaire du produit,
- Réduction du risque commercial (qualité, quantité et en délais de livraison),
- Amélioration de la productivité et de la compétitive de la ferme.

c) Avantages pour les gouvernements

- Amélioration de la santé publique,
- Amélioration de la sécurité alimentaire,
- Contrôles sanitaires plus efficaces et mieux ciblés,
- Dépenses de santé publique réduites,
- Facilitation du commerce national et international,
- Confiance accrue du grand public dans l'approvisionnement de la spiruline,
- Amélioration de l'activité économique du pays par une entrée de devis.

1.3 Composantes de la qualité

L'utilisateur final d'un aliment, le consommateur, attend plusieurs « satisfaction » de la part du produit qu'il achète. On a donc plusieurs composantes dans la qualité alimentaire :

a) Qualité hygiénique

Elle renvoie à la sécurité sanitaire de l'aliment qui est en lien direct avec la protection de la santé du consommateur. C'est une demande légitime des consommateurs et un niveau minimum de qualité qu'un aliment doit respecter pour être mis sur le marché. Elle revient à maîtriser les microbes (Salmonelles, E. coli) ou leur toxine (aflatoxines), les produits toxiques (métaux lourds, pesticides), les composants normaux en excès (sel, lipides, sucres), composants inadaptés à un consommateur particulier (intolérance au lactose, allergique aux arachides). Il conviendra donc de surveiller l'évolution de l'aliment au fur et à mesure de sa récolte, sa transformation, son conditionnement et son transport.

Cette approche inclut la mise en œuvre des Bonnes Pratiques Agricoles (BPA), des Bonnes Pratiques d'Hygiène (BPH) et des Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF), les systèmes d'Analyse des risques aux points critiques (HACCP), les systèmes de gestion de la sécurité sanitaire des

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

aliments et les systèmes de traçabilité/retrait. Les BPA, BPH et BPF sont considérées comme des programmes ou systèmes préalables (PP) à l'application des principes HACCP.

La spiruline, comme tout produit alimentaire, doit d'abord respecter cette composante avant sa mise sur le marché.

b) Qualité nutritionnelle

C'est l'aptitude d'un produit à apporter les éléments nutritifs nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme. C'est la valeur diététique de l'aliment et sa participation au maintien et à l'amélioration de la santé du consommateur.

C'est un atout naturel que détient la spiruline puisqu'elle regorge une importante quantité de nutriments majeurs (protéines, glucides et lipides), mineurs (vitamines et minéraux), de non-nutriments (oligo-éléments, polyphénols) et les supposés bénéfiques (probiotiques). C'est l'argument de prédilection des producteurs et distributeurs de spiruline dans la recherche de nouveaux marchés.

c) Qualité organoleptique

C'est l'aptitude d'un produit à satisfaire les cinq sens du consommateur. C'est une composante mesurable, par analyse sensorielle, mais également psychologique et sociale.

Son goût particulier et sa couleur bleu foncé peuvent surprendre et dérouter plus d'un mais une fois surmonté ce blocage, la spiruline, facile à intégrer dans de nombreuses préparations (jus de fruit, lait, gâteaux, sandwiches, etc.), s'avère être d'une saveur subtile et agréable à consommer. D'ailleurs, les petits enfants dont les papilles gustatives sont encore neutres en raffolent souvent et tant mieux car la spiruline est bonne pour la croissance.

Consommée depuis des siècles par des peuples aussi variés que les Aztèques au Mexique précolombien ou les Kanembous autour du lac, la spiruline est aujourd'hui couramment consommée par un public de plus en plus large.

d) Qualité de caractéristiques transférées

C'est la capacité d'un produit à faire rêver le consommateur grâce à l'imaginaire et au symbolique. Lors de l'achat d'un produit, certains consommateurs recherchent le naturel (produit bio), l'éthique et le sociale (commerce équitable), la culture et la religion (Halal), le traditionnel (Spécialité Traditionnelle Garantie) et sont prêts à mettre le prix pour satisfaire leurs besoins. Ce type de produit est destiné à une clientèle donnée et souvent vendu sur des marchés de niche.

Cette composante de la qualité est appropriée, sous certaines conditions, pour les fermes de spiruline des pays en voie de développement. Elle permet de valoriser les produits et d'améliorer les revenus de la ferme.

e) Qualité d'usage

Elle renvoie à la commodité du produit. Un aliment sain, complet et délicieux ne sera pas vendu s'il est trop cher, introuvable et impossible à conserver. Le consommateur recherche des produits qui :

- se conservent longtemps avant la vente, après l'achat et après ouverture de l'emballage.
- soient faciles à utiliser : stockage, ouverture/fermeture, préparation
- soient abordables : à la fois pas trop cher et disponible, vendu partout.

La spiruline est un produit qui n'est pas abordable dans les pays en voie de développement. Le prix est jugé trop élevé pour la grande partie de la population. Aussi, le produit n'est pas disponible dans toutes les surfaces. Les acteurs de la filière dans les pays en voie de développement doivent mettre en place des stratégies pour réduire au maximum le prix de vente de la spiruline (sans vendre à perte) et la rendre disponible dans la plupart des surfaces de commerce et des boutiques de quartier.

f) Qualité de reproduction

C'est la régularité de la qualité des produits de la même chaîne de production ou de la même filiale. La qualité ne paye pas si elle n'est pas reproductible. Il faut donc produire un aliment constant en termes de qualité, au cas échéant, le consommateur perd ce qui faisait le charme du produit. Cette composante est indispensable pour conserver sa clientèle.

La qualité de reproduction dans une ferme de spiruline s'obtient par un suivi rigoureux de la production, surtout dans une production à ciel ouvert. Les facteurs climatiques (luminosité, pluviométrie et température), éléments indispensables dans la production peuvent faire varier la qualité de la spiruline.

2. Contrôle qualité

Le contrôle qualité est un ensemble d'analyse réalisées par un laboratoire accrédité sur un échantillon de produit. Il permet d'avoir une idée sur la conformité du produit vis-à-vis de la législation du pays d'origine et d'exportation. Avant la sortie d'un produit alimentaire du territoire (pays exportateur), les services sanitaires doivent s'assurer que celui-ci est conforme aux exigences du pays. Aussi, avant l'entrée d'un produit sur un autre territoire (pays importateur), les services sanitaires doivent également contrôler la conformité de ce produit, conformément à la législation en vigueur dans ce pays.

D'un pays à l'autre, les spécificités relatives au contrôle qualité de la spiruline ne sont pas les mêmes. Les tableaux ci-dessous contiennent les spécifications burkinabés (exportateur) et françaises (importateur) à titre d'exemple.

Tableau N°12: Spécifications des analyses qualités de la spiruline au Burkina-Faso

Microorganismes	Spécifications
Dénombrement microorganismes à 30 ⁰ C (UFC/g)	≤ 5,0. 10 ⁴
Dénombrement coliformes (UFC/g)	≤ 1,0. 10 ²
Dénombrement Escherichia Coli (UFC/g)	≤ 1,0
Recherche Salmonella Sp (UFC/25g)	Absence
Dénombrement staphylocoques à coagulase positive (UFC/g)	1,0
Dénombrement levures (UFC/g)	≤ 1,0. 10 ³

Tableau N° 13 : Spécifications des analyses qualités de la spiruline en France

Contaminants microbiens		Contaminants chimiques	
Microorganismes	Spécificités	Produits chimiques	Limite minimum résiduelles en mg/kg de matière sèche
Germes aérobies (30 ⁰ C)	≤ 100.000/g	Arsenic	≤ 3
Coliformes fécaux (44,5 ⁰ C)	≤ 10/g	Plomb	≤ 5
Anaérobies sulfito-réducteur (46 ⁰ C)	≤ 100/g	Etain	≤ 5
Clostridium perfringens	≤ 1/g	Cadmium	≤ 0,5
Staphylococcus aureus	≤ 100/g	Mercuré	≤ 0,1
Salmonella (dans 25g)	Absence	Iode	≤ 500

3. Sécurité alimentaire et commerce international

Les échanges de produits agricoles et alimentaires sont en augmentation. Au milieu des années 90 les échanges internationaux de vivres se chiffraient à plus de 380 milliards de dollars des États-Unis par an.

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

La libéralisation des échanges de produits alimentaires a donné naissance à de nouveaux problèmes en matière d'assurance de la qualité et de l'innocuité des aliments consommés localement et exportés. Malgré les progrès scientifiques, la contamination des aliments demeure un important problème de santé publique et l'entrée d'aliments malsains sur le marché national et international est lourde de conséquences: aliments qui se gâtent ou sont endommagés, maladies, poursuites judiciaires suivies du retrait des produits et nécessité de restaurer la crédibilité du produit. Par conséquent, les usages en matière d'hygiène lors de la récolte, de la transformation, du transport et de l'entreposage des denrées alimentaires ont pris une importance accrue dans le système de gestion des entreprises agroalimentaires en général et des fermes de spiruline en particulier.

Étant donné que la population de toute une communauté ou un pays peut être victime de maladies provenant de la spiruline, les autorités nationales doivent jouer un rôle déterminant en matière d'hygiène de spiruline. Elles doivent recourir aux cinq mécanismes habituellement utilisés pour la mise en place (ou s'efforcer de le faire) d'approvisionnement en denrées alimentaires variées et sûres à l'ensemble de la communauté ou du pays:

- Comme on le verra ultérieurement, l'approche la plus usuelle en matière de législation est le recours au Codex Alimentarius pour établir des normes, des codes de pratiques et des directives selon les recommandations internationales.

- Les mesures d'application sont utilisées pour garantir que les normes et les codes de pratiques sont réellement respectés par les opérateurs de la chaîne alimentaire.

Le concept de "chaîne alimentaire" utilisé ici recouvre les cinq phases fondamentales liant la production et la consommation des produits agricoles: la fabrication des intrants agricoles, la production, la transformation, la distribution et la consommation.

- La recherche menée au titre de la sécurité alimentaire est axée essentiellement sur la façon dont les aliments peuvent devenir dangereux et la manière d'y remédier. L'éducation est le mécanisme utilisé pour transférer l'information à la population.

- La surveillance est le mécanisme utilisé pour déterminer où la contamination survient et sa nature. Il s'agit probablement du mécanisme le plus difficile à mettre en œuvre car chaque produit alimentaire, voir chaque entreprise a sa spécificité. C'est pour cette raison que les gouvernements doivent mettre en place un ensemble de procédures normalisées pour exercer une surveillance satisfaisante sur les produits et les entreprises.

À mesure que le volume des échanges augmente, des difficultés apparaissent, car chaque pays a établi des lois et des normes qui lui sont propres. Il est nécessaire d'harmoniser les dispositions alimentaires au plan international et de définir des directives et des règles internationales afin d'assurer la sécurité alimentaire tout en minimisant les effets discriminatoires et négatifs des réglementations alimentaires.

4. Codex Alimentarius et mesures Sanitaires et Phytosanitaires (SPS)

4.1 Codex Alimentarius

Le public est en droit d'attendre de la part des entreprises agroalimentaires que les aliments qu'il consomme soient sans danger et propres à la consommation. Les intoxications alimentaires et les maladies transmises par les aliments sont, dans la meilleure des hypothèses, déplaisantes, au pire, elles peuvent être fatales. Elles ont également d'autres conséquences. Les foyers d'intoxication alimentaire peuvent perturber les échanges commerciaux et entraîner un manque à gagner, du chômage et des litiges. La détérioration des aliments est une source de gêne, elle est coûteuse et peut se répercuter négativement sur le commerce et la confiance des consommateurs.

Le Fond des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS) ont des missions complémentaires en matière de sécurité alimentaire, celles de protéger la santé des consommateurs, empêcher la propagation des maladies et faire en sorte que les procédures appliquées aux échanges de produits alimentaires soient impartiales. Elles ont mis en œuvre un Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires, le Codex Alimentarius.

Le Codex Alimentarius, (qui, en latin, signifie Droit ou Code alimentaire) est un ensemble de normes internationales pour les produits alimentaires. Ces normes constituent le principal instrument pour aider les pays à harmoniser leurs normes alimentaires. Son but est de protéger la santé des consommateurs et d'assurer des pratiques commerciales équitables dans le domaine alimentaire. Les normes, les directives et les recommandations du Codex sont devenues un point de référence pour l'harmonisation internationale et servent de guide pour la résolution des différends commerciaux liés aux produits alimentaires. Elles servent aussi de cadre à l'élaboration d'accords de reconnaissance mutuelle entre les pays.

Les principes généraux du codex d'hygiène alimentaire ;

- définissent les principes essentiels d'hygiène alimentaire applicables d'un bout à l'autre de la chaîne alimentaire (depuis la production primaire jusqu'au consommateur final) pour assurer que les aliments soient sûrs et propres à la consommation;
- recommandent de recourir à la méthode HACCP en tant que moyen d'améliorer la salubrité des aliments;
- indiquent comment mettre ces principes en application; et
- fournissent des directives pour l'élaboration de codes spécifiques éventuellement nécessaires pour certains secteurs de la chaîne alimentaire, certains processus, ou certains produits, afin de développer les critères d'hygiène spécifiques de ces domaines.

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

Le Codex est reconnu comme mesure à adopter pour faciliter le commerce international des denrées alimentaires par les accords Sanitaires et Phytosanitaires (SPS) et les Obstacles Techniques au Commerce (OTC), à l'issu des négociations commerciales multilatérales du Cycle d'Uruguay.

De ce qui précède, il en ressort que les fermes de spiruline, entreprises agroalimentaires, doivent se conformer au Codex Alimentarius pour garantir l'innocuité de ces produits et faciliter la commercialisation de la spiruline au plan national et international.

4.2 Mesures Sanitaires et Phytosanitaires (SPS)

L'accord du Cycle d'Uruguay sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaires (SPS) introduit une discipline dans le commerce international des produits alimentaires et empêche de recourir à des mesures protectionnistes non justifiées. Les pays sont tenus d'établir leurs mesures sanitaires ou phytosanitaires sur la base de normes, de directives ou de recommandations internationales. Si les mesures correspondent à l'adoption de normes internationales, notamment celles du Codex, elles sont censées se conformer automatiquement à l'accord SPS. Toutefois, les pays sont autorisés à adopter des mesures sanitaires ou phytosanitaires différentes, en fonction du niveau de risque qu'ils jugent acceptable, si elles se justifient d'un point de vue scientifique. Étant donné que de nombreux pays optent pour des critères plus rigoureux que ceux des organisations internationales à vocation normative, l'obligation d'évaluer le risque est un élément clef de l'Accord SPS dans la mesure où il convient de minimiser les effets négatifs de ces mesures sur les échanges et d'éviter toute discrimination ou restriction déguisée aux échanges. Les membres de l'OMC accepteront une mesure sanitaire ou phytosanitaire d'un autre membre comme équivalente si le membre exportateur démontre objectivement au membre importateur qu'avec ses mesures le niveau de protection approprié dans le pays membre importateur est atteint.

Dans le contexte actuel de mondialisation, les normes internationales élaborées en vue de garantir la sécurité alimentaire sont incontournables et il est indispensable pour les fermes de spiruline de s'y conformer pour participer au commerce international. Les pays en voie de développement doivent s'approprier les accords SPS pour ne pas se voir refouler leurs produits aux portes d'un autre pays, créant des pertes énormes pour leur économie si fragile.

4.3 Utilisation des acquis internationaux dans la gestion de la qualité des fermes de spiruline dans les pays en voie de développement

L'élaboration et la mise en œuvre de normes internationales constituent un avantage pour les fermes des pays en voie de développement dans la mesure où elles permettent un développement économiques et une élévation des capacités à exporter et à être concurrentiels sur les marchés mondiaux. Les normes et directives internationales constituent une source de savoir-faire technologique importante et peuvent être considérées comme un support pour le transfert de

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

technologies vers les pays en voie de développement parce qu'elles leur permettent d'imiter produits et processus de production sans devoir assumer les coûts de recherche et développement correspondants, ce qui leur octroie un avantage compétitif en termes de coûts et se traduit par un meilleur accès aux marchés des pays industrialisés.

Les principes essentiels d'hygiène alimentaire de la Commission du Codex Alimentarius donnent un canevas pour l'élaboration des Bonnes Pratiques Agricoles (BPA), les Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF) et les Bonnes Pratiques d'Hygiène (BPH). Ce même document, le Codex, recommande de recourir à la méthode HACCP en tant que moyen d'améliorer la salubrité des aliments. Il donne dans cette méthode HACCP, une démarche d'analyse de risques et de maîtrise des dangers liés à la salubrité d'un produit alimentaire. Les fermes de spiruline doivent donc s'appuyer sur ce document pour élaborer leur procédure ou manuel qualité.

Pour l'élaboration des règlements et des normes alimentaires, les pays en voie de développement devraient mettre pleinement à profit les directives du Codex, ainsi que les enseignements recueillis dans d'autres pays en matière de salubrité de la spiruline. En Europe, la spiruline répond à la législation sur les compléments alimentaires. Le cadre juridique européen sur les compléments alimentaires est la directive Européenne n° 2002/46/CE. Ce cadre juridique peut servir d'exemple pour l'élaboration d'une réglementation sur la spiruline dans les pays en voie de développement.

De plus, les pays en voie de développement manquent de moyens techniques et financiers pour prouver individuellement que les aliments spécifiques à ces régions sont produits dans de meilleures conditions. Selon le principe d'équivalence et d'harmonisation des normes, contenu dans les accords SPS, ces pays peuvent se regrouper et mettre en place des justifications scientifiques pour la qualité hygiénique de la spiruline en rapport avec leurs conditions productions. Ils peuvent également bénéficier d'assistance technique et financière prévue par l'accord SPS pour les Pays Moins Avancés (PMA), ce qui pourrait améliorer leurs services techniques et leur capacité dans la gestion de la qualité dans la filière spiruline.

Avec les accords SPS/OTC, les pays en voie de développement disposent de bases de recours auprès de l'OMC s'ils jugent qu'ils sont victimes d'entrave injustifiée dans la commercialisation de leur produit alimentaire.

III. SECURITE SANITAIRE D'UNE FERME DE SPIRULINE

La mondialisation du commerce des produits alimentaires, les changements de style de vie, les voyages internationaux et les progrès de la technologie agroalimentaire sont autant de facteurs qui expliquent la complexité accrue de la production alimentaire et la diversité des sources de contaminations. Dans ce contexte général de sécurité sanitaire, la production et la consommation de spiruline devient un enjeu de santé publique qui devrait intéresser les gouvernements de tous les pays producteurs à travers le monde.

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

Auparavant, les politiques visant à garantir la sécurité sanitaire des aliments reposaient exclusivement sur l'analyse du produit final, mais cette approche n'est plus suffisante. Elles ont aujourd'hui fait place à une approche centrée sur la prévention des risques d'un bout à l'autre de la chaîne alimentaire. Cette approche inclut la mise en œuvre des Bonnes Pratiques Agricoles (BPA), des Bonnes Pratiques d'Hygiène (BPH) et des Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF), les systèmes d'Analyse des risques aux points critiques (HACCP) et les systèmes de traçabilité/retrait.

Le minimum en matière de sécurité sanitaire à atteindre dans une ferme de spiruline est la mise en place de la démarche qualité HACCP, qui passe par l'élaboration des programmes ou systèmes préalables (PP). La méthode HACCP est plus efficace lorsqu'elle est associée à un système de traçabilité/retrait. Ces conditions sont indispensables pour que la spiruline accède au marché international et rencontre la confiance du client.

1. BPA/BPF/BPH

Les Bonnes Pratiques Agricoles (BPA), Bonnes Pratiques d'Hygiène (BPH) et Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF) sont les règles à respecter pour produire des aliments sains. Ces bonnes pratiques reposent sur des principes fondamentaux de sécurité sanitaire visant à limiter au maximum les risques biologiques, chimiques et physiques sur toute la chaîne alimentaire. Elles stipulent que toutes les personnes travaillant en contact direct avec les aliments, toutes les surfaces susceptibles d'entrer en contact avec les aliments et tous les matériaux de conditionnement ou d'emballage respectent les règles d'hygiène et de désinfection requises pour prévenir la contamination des aliments par des sources directes ou indirectes.

Dans certains pays, la législation sur la spiruline (lorsqu'elle existe) impute aux exploitants de la ferme la responsabilité des conditions d'hygiène prévalant dans leur entreprise. Un élément crucial des bonnes pratiques d'hygiène est qu'il incombe aux entreprises elles-mêmes d'élaborer leurs propres normes et de définir leurs pratiques et procédures en matière d'hygiène alimentaire.

Un guide de bonnes pratiques de production de la spiruline doit être élaboré en concertation avec les pouvoirs publics et les différents acteurs de la filière, sur la base du Code d'usages international recommandé – Principes généraux en matière d'hygiène alimentaire- adopté par la Commission du Codex (CAC, 2003). L'élaboration de ce guide par les parties prenantes de la filière spiruline présente l'avantage potentiel de combiner le meilleur de l'autorégulation et de la réglementation, et de servir les intérêts à la fois des autorités et des exploitants du secteur. Dans le cas où les conditions ne sont pas réunies pour associer les autres acteurs de la filière, la ferme exportatrice peut élaborer son propre guide. Associé à la démarche HACCP, ce guide permet d'acquérir de nouveaux marchés et de donner confiance au client quand au respect des règles d'hygiène pratiquées sur la ferme.

2. Démarche qualité HACCP

Le système d'Analyse des risques aux points critiques (HACCP) adopté par le Codex s'est imposé dans le monde entier comme l'outil le plus efficace pour assurer la sécurité sanitaire des aliments d'un bout à l'autre de la chaîne alimentaire, depuis la production primaire jusqu'à la consommation finale, en particulier lorsqu'il est associé aux programmes préalables requis (CAC, 2003).

La méthode HACCP désigne une démarche systématique visant à identifier, évaluer et maîtriser les risques qui sont importants pour la sécurité sanitaire des denrées alimentaires (CAC, 2003) en s'appuyant sur les fondations jetées par les programmes préalables de BPA/BPH/BPF. Elle permet d'identifier tout au long du processus de production les points qui exigent une surveillance et un contrôle constants pour s'assurer que le processus respecte des limites prédéterminées.

L'analyse HACCP inspirée du Codex est aujourd'hui recommandée pour le commerce international de la spiruline, ce n'est pas pour autant la panacée pour tous les problèmes liés à la sécurité sanitaire. Elle doit être intégrée à des programmes préalables efficaces. La combinaison des systèmes BPA/BPH/BPF et HACCP est particulièrement avantageuse en ce sens qu'une application rigoureuse des premiers permet au système HACCP d'être centré sur les déterminants cruciaux de la sécurité sanitaire des aliments. Les fermes de spiruline peuvent faire la preuve d'une approche systémique de la qualité et de la sûreté de leurs produits en appliquant une démarche fondée sur l'analyse HACCP.

3. Système de traçabilité

Les crises alimentaires à répétition, telles que la contamination par la dioxine et l'ESB, ont montré combien il est important de pouvoir identifier et isoler rapidement des denrées alimentaires qui ne sont pas sûres pour les empêcher de parvenir jusqu'aux consommateurs. Dans le cadre de la protection du consommateur, le législateur européen exige à tous les producteurs, transformateurs, transporteurs et distributeurs d'assurer la traçabilité des produits qui sont sur leur responsabilité.

3.1 Définition

Selon la réglementation européenne, la traçabilité « C'est la capacité de retracer, à travers toutes les étapes de production, de la transformation et de la distribution, le cheminement d'une denrée alimentaire, d'un aliment pour animaux, d'un animal producteur de denrées alimentaires ou de substance destinée à être incorporée dans une denrée alimentaire ou un aliment pour animaux ». Le règlement européen n° 178/2002 exige que tous les exploitants du secteur alimentaire soient à mesure d'identifier toute personne ou entreprise lui ayant fourni une denrée alimentaire. À cet effet, les exploitants doivent disposer de systèmes et de procédures permettant de mettre l'information en question à la disposition des autorités compétentes, à la demande de celles-ci.

Les principes de la mise en place d'un système de traçabilité sont les suivantes:

- identifier les produits, les lots de production et les unités logistiques,

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

- enregistrer et conserver les données concernant le produit tout au long de la chaîne de production,
- communiquer aux partenaires descendants les informations nécessaires et suffisantes pour assurer la traçabilité du produit.

3.2 Enjeux et objectifs de la traçabilité dans une ferme de spiruline

La traçabilité de la spiruline, voire la sécurité alimentaire est devenue une préoccupation constante pour tous les acteurs de la filière:

- Pour les professionnels, producteurs, transformateurs, distributeurs ;
 - retrouver la cause d'écarts de qualité grâce à l'identification, à la résolution des points critiques, et l'autocontrôle,
 - respecter la réglementation,
 - aider à lutter contre la fraude et à déterminer les responsabilités,
 - rassurer le consommateur final,
 - optimiser son processus de production, sa gestion de stocks et sa chaîne logistique,
 - donner une valeur ajoutée au produit.
- Pour les services publics ;
 - établir et faire respecter les réglementations relatives à la maîtrise de l'hygiène,
 - protéger le consommateur,
 - lutter contre les marchés parallèles et la contrefaçon.
- Pour les consommateurs ;
 - être informés de la nature des produits,
 - savoir manipuler le produit,
 - conserver les produits qu'ils achètent grâce à un étiquetage bien identifiable.

La traçabilité permet également de déterminer l'origine des composants des produits alimentaires, connaître les conditions de production et de distribution des produits et de faciliter le retrait du marché des produits susceptibles de présenter un risque pour le consommateur. Elle s'impose, dans le commerce mondial actuel comme un véritable argument de vente et de marketing vis-à-vis du consommateur.

3.3 Avantages de la traçabilité

Pour une ferme de spiruline, la traçabilité présente les avantages suivants :

- Répondre à un cadre réglementaire européen ou à une spécificité d'un client ;
- La traçabilité fait partie intégrante des systèmes de qualité réalisable au sein de la ferme ;
- Obtenir un avantage concurrentiel sur le marché de la spiruline ;
- Réduire les pertes en cas de retraits / rappel de la spiruline de manière rapide et ciblé ;
- Responsabiliser le personnel de la ferme, les transporteurs et les détaillants ;
- Garantir l'origine des produits de la ferme en cas de problèmes sanitaires dans une région donnée.

3.4 Limites

Pour les entreprises exportatrices vers l'Europe, la traçabilité n'est pas obligatoire, c'est une exigence spécifique du client qui a besoin de garantie sur l'origine et l'itinéraire technique du produit. La traçabilité des produits importés en Europe débute légalement à partir de l'entrée du produit sur le territoire européen. Il suffit donc à l'importateur de connaître son fournisseur, comme le stipule le deuxième point de l'article 18 du règlement européen. Il y'a donc nécessité d'étudier la mise en place d'un système de traçabilité car dans certain cas, le coût peut être élevé. Cette traçabilité peut exiger, une formation du personnel, une collecte d'informations, une réorganisation de la production, etc...

Aussi, un système de traçabilité ne garantie pas en lui-même qu'un produit soit sain. La traçabilité doit être combinée à un système de sécurité sanitaire pour garantir une meilleure assurance qualité.

4. Obstacles à la mise en place des systèmes de sécurité sanitaire dans une ferme de spiruline

La transition vers des systèmes de prévention axés sur l'analyse des risques et l'application des PP/HACCP, impliquant une redistribution des responsabilités entre les fermes et les organismes gouvernementaux, ne se fera pas sans difficultés. Anticiper et atténuer ces difficultés est essentiel pour réussir la mise en place d'un système qualité qui repose sur des bases scientifiques. Ces difficultés s'étalent chronologiquement sur trois phases distinctes: période précédant l'application du système PP/HACCP et traçabilité, phase de mise en œuvre et période suivant la mise en œuvre. Ces obstacles sont de deux ordres:

4.1 Obstacles internes aux fermes

- Hygiène élémentaire inadéquate dans certaines fermes;
- Manque de connaissances spécialisées et d'informations des employés;
- Ressources humaines non qualifiées ou formées insuffisamment, voir pas;
- Infrastructure et installations inadéquates dans certaines fermes artisanales ou semi-industrielles;
- Contraintes financières réelles et supposées.

4.2 Obstacles externes

- Infrastructure et engagement insuffisants de la part des autorités;
- Absence d'obligations légales dans certains pays en voie de développement notamment pour les BPH/BPF et l'HACCP;
- Manque d'organisation professionnelle de producteur de spiruline dans certaines pays ou manque d'intérêt et d'attitude positive de la part des organisations professionnelles dans les pays où elles existent;
- Manque de conscience ou d'exigence des consommateurs locaux;
- Méconnaissance de la spiruline par une grande partie de la population locale;
- Absence de programmes efficaces de formation et d'éducation relatifs à la spiruline;
- Absence de connaissances spécialisées, d'informations et d'appui technique pour accompagner des fermes;
- Insuffisance des communications entre les producteurs eux même et entre les producteurs et les autorités.

5. Mise en place des systèmes de gestion de la qualité et de la sécurité sanitaire de la spiruline

L'engagement des pouvoirs publics et leur soutien ainsi que la concertation avec les associations professionnelles, s'ils en existent, sont sans doute les facteurs les plus importants pour la mise en place d'un système de gestion de la sécurité sanitaire de la spiruline, comme en témoignent un certain nombre de fermes qui ont intégré avec succès la méthode BPH/BPF/HACCP et de traçabilité dans leur procédé de fabrication (Ferme Nayalgué au Burkina-Faso). Il est de la responsabilité des membres de la filière de se doter de systèmes permettant d'assurer la production de spiruline saine et

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

de grande qualité. Mais une fois ces systèmes en place, il incombe aux autorités d'en vérifier la conformité (FAO/OMS, 2005).

Les éléments ci-après sont considérés comme importants pour la mise en œuvre globale d'un système de gestion de la sécurité sanitaire de la spiruline:

5.1 Politique nationale de sécurité sanitaire des aliments

Les gouvernements ont la responsabilité de la protection de la santé publique et du développement économique. Améliorer la qualité sanitaire des aliments peut avoir des effets positifs sur ces deux fronts, et cet objectif requiert la participation de divers ministères et départements ainsi que d'autres parties prenantes. L'adoption d'une politique nationale de sécurité sanitaire conduite par le gouvernement est donc très importante. Il est indispensable que chaque initiative touchant aux systèmes de gestion de la qualité sanitaire des aliments s'inscrivent dans une démarche interministérielle et multidisciplinaire cohérente, associant pleinement toutes les parties concernées.

5.2 Stratégie de mise en œuvre d'un système de gestion de la qualité et de la sécurité sanitaire au sein d'une ferme de spiruline

Le niveau de développement en matière de gestion de la qualité des fermes de spiruline diffère selon les pays. Certains pays en voie de développement ont déjà des lois relatives à la gestion de la qualité de la spiruline, pendant que d'autres en manquent. La mise en œuvre de la stratégie de gestion de la qualité au sein d'une ferme se fera selon ces deux niveaux de développement.

a) Pays ayant consenti des avancés dans la gestion de la qualité des fermes

Compte tenu des obstacles que rencontre l'implantation d'un système PP/HACCP dans les fermes, il est clair que de nombreuses actions devront être engagées simultanément sur plusieurs fronts. Pour que ces efforts débouchent sur les résultats attendus, il est nécessaire de les structurer de façon aussi efficace que possible, autrement dit dans le cadre d'une stratégie coordonnée. Le facteur décisif dans la mise en place d'un système PP/HACCP au sein d'une ferme est l'élaboration d'une stratégie permettant de réaliser les objectifs de la politique nationale en matière de sécurité sanitaire de la spiruline. A cette politique nationale, il faut ajouter les systèmes préliminaires, la méthode HACCP et un système de traçabilité, si la sécurité sanitaire de la spiruline basée sur des données scientifiques n'a pas été pris en compte dans la politique nationale.

b) Pays n'ayant pas de réglementation en faveur des fermes de spiruline

Les fermes installée dans ces pays, doivent élaborer leur manuel qualité propre contenant les systèmes préliminaires, les analyses de risques sanitaires basés sur la méthode HACCP et un système de traçabilité. Ce document, s'il est bien établi, est conforme à la réglementation qui régie le

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

commerce international. Il est capable de prouver que les produits issus de la ferme sont de meilleures qualités sanitaires.

Ce document est également valable pour les pays qui ont un cadre institutionnel et juridique sur la spiruline mais qui n'ont pas des normes spécifiques à la spiruline.

5.3 Actions visant à faciliter la mise en œuvre d'un système de sécurité sanitaire au sein d'une ferme.

Une fois la stratégie arrêtée, il est nécessaire de prévoir un certain nombre de mécanismes d'appui pour faciliter sa mise en œuvre. En voici quelques exemples, qui ne sont pas limitatifs (FAO/OMS, 2005):

- Soutien financier (pour la formation, la préparation des plans, etc.);
- Orientations et documents d'information (par ex. manuels, brochures, plaquettes et vidéos);
- Programmes et manuels de formation axés sur l'application des systèmes qualité;
- Modèles de système générique de gestion de la qualité;
- Présentation de projets pilotes dans d'autres fermes (s'il en existe) ou autres entreprises;
- Analyses des risques sur échantillons;
- Formation du personnel chargé de vérifier la conformité;
- Dispositions obligatoires et application (lois et règlements);
- Informations sur les systèmes volontaires applicables dans une ferme de spiruline;
- Acquisition de connaissances techniques extérieures (par exemple, consultants).

Le choix des différents éléments d'un système national de gestion de la sécurité sanitaire de la spiruline doit s'opérer à l'échelle nationale pour répondre aux besoins du pays.

La politique nationale de gestion de la qualité et la production de spiruline respectant les normes internationales ne sont que des moyens pour faciliter la commercialisation du produit au niveau national et international. Ces acquis nationaux et internationaux doivent être intégrés dans une stratégie globale de rentabilité et de pérennité des exploitations.

IV. AUTONOMIE ET PERENNITE DES FERMES DE SPIRULINE DANS LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT

Planter et exploiter une ferme de spiruline dans les pays en voie de développement est un objectif louable de la part des acteurs au développement et de lutte contre la malnutrition et le VIH-SIDA ainsi que certains privés. Mais très vite, ces initiatives sont rattrapées par de multitudes problèmes aboutissants à un état d'assistanat permanent de la part des ONG, voir de fermeture de la ferme. Il devient donc indispensable de donner à ces initiateurs de fermes des outils capables de les orienter dans le choix de leurs marchés de sorte à rentabiliser et à pérenniser leur activité.

Dans cette étude sur l'autonomie et la pérennité des fermes, trois analyses seront réalisées :

- une ferme autonome et pérenne de manière générale,
- une ferme existante, et
- un projet de ferme modeste amenée à être autonome et pérenne.

1. Analyse d'une ferme de spiruline autonome et pérenne.

Un projet d'installation d'une ferme de spiruline autonome et pérenne dans un pays en voie de développement doit prendre en compte les éléments suivants :

1.1 La superficie des bassins de production

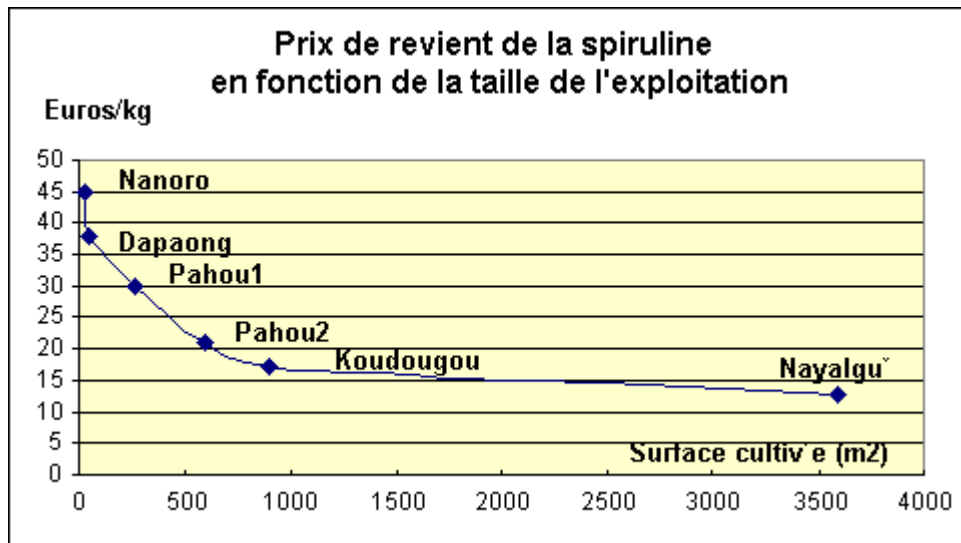
La taille des bassins de culture d'une ferme de spiruline est très importante pour améliorer sa production, sa rentabilité et son autofinancement. Plus la surface de récolte est petite, plus le coût de production est élevé et moins la ferme est compétitive. Pour pouvoir réaliser des comparaisons entre différentes fermes, le coût de production à été rapporté au kilogramme de spiruline sèche, ce qui donne le prix de revient.

Le prix de revient correspond aux charges engagées par une ferme pour mettre un kilogramme de spiruline sèche sur le marché.

Le graphique ci-dessous donne la courbe du prix de revient en fonction de la superficie d'exploitation.

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

Graphique N°1 : Courbe du prix de revient en fonction de la superficie du bassin (Extrait du manuel Cultivez la spiruline de JOURDAN)



L'interprétation de ce graphique montre qu'à partir de 600m² l'influence de la superficie sur le prix de revient devient de moins en moins importante.

Une étude réalisée par Pierre ANCEL a permis de fixer le seuil de rentabilité d'une ferme de spiruline dans les pays en voie de développement à 400m².

1.2 L'exploitation de la ferme

L'exploitation d'une ferme nécessite du personnel salarié, des intrants pour la nourriture de la spiruline, des frais de fonctionnement, l'ensachage, la maintenance, l'amortissement du matériel, etc... Toutes ces activités ont un coût qui varie selon la surface des bassins, la productivité, le professionnalisme et le nombre d'employés et la gestion de la ferme.

Tableau N° 14 : Influence de la superficie et du personnel sur le prix de revient (Extrait du manuel cultivez la spiruline de JOURDAN).

Noms de la ferme	Superficie des bassins	Personnes en plein temps	Prix de revient
Nanoro, Davougnon	20	1	45
Dapaong	50	2	38
Pahou1	260	5	30
Pahou2	600	9	21
Koudoukou	900	13	17

1.3 La production

La production d'une ferme est caractérisée par sa productivité et la qualité de son produit. Une ferme est autonome et pérenne que si sa production est réalisée en quantité et en qualité facilitant ainsi la commercialisation.

La productivité d'une ferme est sa capacité de production sur un mètre carré et par jour. C'est le résultat de la production annuelle divisée par le nombre de jour de travail dans l'année et par la superficie des bassins de production. Plus la productivité est élevée, mieux la ferme se porte. Elle dépend du savoir faire du personnel, de la qualité des intrants et de la spiruline, des conditions physico-chimiques du milieu et des conditions climatiques. La spiruline produite est mieux vendue lorsqu'elle est de bonne qualité.

La bonne qualité d'une spiruline est le résultat du respect des bonnes pratiques de production et des bonnes pratiques d'hygiène associées à une démarche HACCP.

Tableau N°15 : Quelques productivités de ferme en Afrique (Extrait du manuel Cultivez la spiruline de JOURDAN).

Nom des fermes	Surface des bassins (m ²)	Production annuelle (kg)	Productivité (g/j/m ²)
Nanoro, Davougnon	20	22	3
Dapaong	50	73	4
Pahou1	260	475	5
Pahou2	600	1205	5,5
Koudoukou	900	1087	5,5

1.4 Distribution

La distribution des produits d'une ferme de spiruline est réalisée en fonction des objectifs fixés par le projet. Dans les pays en voie de développement, la plupart des fermes sont réalisées par les ONG internationales et prend en compte un volet humanitaire. La spiruline est donc destinée entièrement à l'humanitaires ou une partie est distribuée dans des circuits humanitaire et l'autre sur les marchés. Il existe néanmoins des fermes privées qui ne vendent que sur les marchés.

La commercialisation de la spiruline doit bénéficier d'un bon système marketing au niveau local et international.

a) Au niveau local

Depuis de nombreuses années, la spiruline est présentée comme un produit de lutte contre la malnutrition ou de lutte contre le sida dans les pays en voie de développement. Certaines populations ont fini par associer l'image de la spiruline au sida, à telle enseigne que lorsqu'elles voient une personne bien portante avec un sachet de spiruline, elle est taxée de sidéen. Cette étiquette montre combien il devient important de changer la communication autour de la spiruline pour en améliorer la commercialisation locale de la spiruline.

La cible principale des producteurs de spiruline doit être les personnes bien portantes. La spiruline doit être présentée comme un produit qui leur permet de garder leur bon état de santé en mettant en exergue ces valeurs nutritionnelles. Même si le pouvoir d'achat des pays en voie de développement est faible, cette tranche de la population active est non seulement la plus élevée mais également capable de se procurer le produit si elle est réellement convaincue de son bien être.

La cible secondaire doit être les personnes malnutries en surpoids. Ces personnes doivent être informées que la spiruline peut être incorporée dans leur régime amaigrissant.

La cible tertiaire, les personnes malades ou affaiblies (sous alimentées, sidéens, vieux, lépreux etc..).

La marge bénéficiaire obtenue avec les deux premières cibles permettra de réduire prix et/ou d'augmenter le pourcentage de spiruline destiné à la vente humanitaire et même de la distribuer gratuitement aux personnes pauvres dont le besoin en consommation de spiruline est vital. C'est le meilleur moyen pour les ONG d'atteindre leur but, celui de fournir de la spiruline par des fermes autonomes et pérennes à un maximum de personnes dans le besoin.

Pour faire connaître la spiruline à la population locale, les exploitants de ferme doivent entre autres :

- participer aux foires,
- exposer leurs produits dans les grandes surfaces, les pharmacies et sur internet,
- déléguer la vente à des grossistes et des détaillants,
- former des personnes aux vertus de la spiruline pour faire du porte à porte,
- faire des spots publicitaires à la télévision ou à la radio.

b) Au niveau international

En plus du respect de la législation internationale, les fermes des pays en voie de développement doivent mettre en place des systèmes qualités pour excéder aux marchés conventionnels ou de niches. Ces systèmes permettront aux fermes d'améliorer leur image auprès des importateurs et des consommateurs du monde. Les fermes, aussi sérieuses qu'elles puissent être, sont victimes du cliché (à tort ou à raison) porté pour les entreprises des pays en voie de développement, celui de ne pas

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

respecter les délais de livraison, les normes de qualité, le manque de professionnalisme, etc... Ces problèmes peuvent trouver leurs solutions dans la mise en place d'un système qualité adapté. Le choix du système qualité doit prendre en compte les éléments suivants :

- capacités et caractéristiques de la ferme,
- assurance d'un débouché pour le produit,
- comparaison entre les différentes certifications,
- niveau de rentabilité, d'autofinancement et de pérennité.

1.5 Rentabilité, autofinancement et pérennité.

Une ferme est rentable lorsque ses recettes sont supérieures à ses dépenses. Elle est autonome financièrement lorsqu'elle a pu amortir la totalité de son investissement et continue à subvenir à ses charges.

Une ferme est pérenne lorsqu'elle a les capacités humaines, financières, organisationnelles et structurelles de durer dans le temps. La pérennité d'une ferme dépend de sa rentabilité, de sa capacité à s'autofinancer, du personnel, de sa situation juridique et de sa politique de gestion.

La pérennité est l'objectif que doit rechercher les fermes des pays en voie de développement pour qu'elles puissent sortir de cette situation d'assistanat des ONG internationales. Pour l'atteindre, les fermes doivent respecter les facteurs suivants:

- une superficie minimal de 400m²,
- une bonne productivité,
- une production de qualité respectant la réglementation nationale, les BPF/BPH/HACCP,
- un personnel formé et dynamique,
- une réduction du prix de revient (sans mettre en danger les acquis sociaux)
- une bonne gestion d'entreprise,
- une bonne politique de commercialisation.

2. La ferme Nayalgué

2.1 Présentation

La ferme Nayalgué est un projet issu d'un accord tripartite entre le gouvernement Burkinabé, qui l'a financé à 100%, représenté par le Ministère de la santé, l'ONG TECHNAP en charge du volet technique et OCADES, représenté par le Diocèse de Koudougou, chargé de l'exploitation. C'est un projet de 1 455 000euro sur cinq ans. Son objectif général est de contribuer à l'amélioration de la santé de la population grâce à l'utilisation de la spiruline. Sa population cible est 100 000 enfants dénutris, 60 000 personnes vivant avec le VIH/SIDA, 200 000 personnes désireuses d'améliorer leur santé. Il prévoit également d'être une entreprise pérenne et autonome, qui servirait de projet pilote de production de spiruline qui susciterait d'autres initiatives nationales et sous-régionales. C'est une exploitation semi-industrielle prévu à l'origine pour 3 600m² de bassin de culture. Présentement 2 400m² ont été réalisés avec 1 600m² en exploitation.

Son produit est prévu pour être commercialisé à 55% dans le commerce national et international et à 45% en vente humanitaire.

2.2 Installation de la ferme

a) Investissement

Pour la partie réalisée, la ferme Nayalgué dispose de toutes les commodités requises pour sa bonne exploitation. Les grandes installations sont les suivantes :

- Dix bassins de 200m² pour la culture de la spiruline
- Deux bassins de réserve ou d'ensemencement
- Deux bassins de recyclage
- Douze roues à aube, avec deux pour chaque grand bassin
- Deux puits et un château qui fournissent le site en eau
- Des plaques solaires et un groupe électrogène 126 de110/80
- Huit pompes pour aspirer le milieu de culture
- Seize pré-filtres
- Dix Installations de récolte et les tissus de récolte
- Huit presses et les tissus de presse

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

- Quatre extrudeuses
- Six séchoirs
- Un moule pour le broyage de la spiruline sèche
- Des soudeuses
- Des sachets et boites pour le conditionnement
- Des étagères pour le stockage
- Des produits chimiques pour les intrants
- Un petit laboratoire de contrôle et du matériel
- Des bâtiments administratives et du matériel de bureau
- Du matériel de maintenance, etc...

Le projet est présentement réalisé à 80%, ce qui correspond à un coût d'investissement de 1 160 000euro

b) Fonctionnement

➤ Le personnel

La ferme Nayalgué fonctionne avec des employés permanents et contractuels. Les récoltes se font du lundi au vendredi, hormis les jours fériés. Le nombre de jours de travail annuel est estimé à 240. Elle est dirigée par un Responsable d'exploitation.

Pour le bon fonctionnement de la ferme, le projet a réalisé plusieurs formations pour le personnel :

- Formation à la production de spiruline
- Formation aux conditions de stockage
- Formation aux règles d'hygiène et pratiques de bonne qualité
- formation à la mise en gélules
- Formation à la gestion des stocks
- Formation aux calculs des coûts
- Formation à la gestion d'entreprise selon GERME (Gérez Mieux votre Entreprise)

➤ Les intrants

La ferme Nayalgué utilise des intrants chimiques pour la nourriture de son milieu de culture. La consommation annuelle et les coûts sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Tableau N°16 : Consommation et coût annuel des intrants

Intrants	Consommation annuelle (Kg)	Prix unitaires (euro/Kg)	Coûts annuels (euro)
Bicarbonate de sodium	16210,5	0,58	9402,09
Chlorure de sodium	3582,5	0,45	1612,12
Nitrate de potassium	18,5	2,29	42,36
Phosphate d'ammonium	176,45	2,29	404,07
Sulfate de potassium	282,1	2,29	646,26
Sulfate de magnésium	87,5	2,29	200,37
Sulfate de fer	23,76	2,29	54,41
Urée	1620,09	0,61	988,25
Total			13349,93

2.3 Production

a) Capacité de production

La ferme exploite présentement huit bassins de 200m² chacun. La capacité mensuelle est estimée à 50Kg par bassin. Les 1 600m² de bassin sont capable de fournir une production de 4 800Kg/an. Les productions réelles des deux dernières années sont :

- Pour l'année 2010, la ferme a produit 3 395Kg avec une productivité de 8,84g/j/m². Le prix de revient était de 24,33euro/Kg (15 938Fcfa/Kg), ce qui donne une charge annuelle de 82 600,35euro

- Pour l'année 2009, la ferme a produit 3 522Kg avec une productivité de 9,17g/j/m². Le prix de revient était de 27,02euro/Kg (17 704Fcfa/Kg), ce qui donne une charge annuelle de 95 164,44euro

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

La ferme dispose également de quatre bassins de réserve de 200m² chacune correspondant à une superficie de 800m² en finition.

b) Qualité

Le personnel de la ferme Nayalgué est très exigeant sur la qualité de leur produit. Les installations ont été réalisées pour faciliter les Bonnes Pratique de Production et les Bonnes Pratiques d'Hygiène de la spiruline. Les formations reçues par le personnel sont mises en application dans la gestion quotidienne de la ferme.

La spiruline de la ferme Nayalgué est produite dans le respect des règles d'hygiène alimentaire. Les femmes chargées de la récolte respectent les bonnes pratiques de récolte et les bonnes pratiques d'hygiène telles que recommandées par le Codex Alimentarius. Des analyses sont réalisées quotidiennement par les Responsables de culture sur la spiruline et les conditions physico-chimiques de son milieu avant toutes récoltes. De plus, avant la mise sur le marché d'un lot, des analyses sont réalisées par le Laboratoire National de Santé Public (LNSP) conformément aux spécifications sur la spiruline au Burkina-Faso. En outre, des analyses générales sont réalisées au moins une fois par an sur l'eau, le milieu de culture et tous autres éléments jugés sensibles dans le process de production. Un système de traçabilité a été mis en place et est respecté pour un suivi des lots. Le respect des Bonnes Pratiques de Stockage (BPS) est appliqué dans la gestion des stocks (intrants et produits finis) par l'utilisation de la méthode FIFO (First in First Out).

Les analyses, les fiches de traçabilité, les bordereaux de livraison, les charges et tous autres documents sont enregistrés et conservés au sein de la ferme.

Les programmes préalables, la méthode HACCP et le système de traçabilité sont appliqués dans la gestion de la ferme mais il n'existe pas de document qualité qui l'atteste formellement.

2.4 Distribution

a) Système marketing

Les systèmes mis en place par la ferme Nayalgué pour faire connaître son produit sur le plan national et international sont :

- Participation aux foires d'exposition locale et nationale
- Campagnes publicitaires via les média de la place, les publicités de proximité, les gadgets publicitaires,
- Vente en ligne sur le site web de la ferme www.spirulineburkina.org
- Contact permanent avec les fermes nationales et internationales.

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

En outre, des partenariats entre la ferme Nayalgué et des fermes européennes ont été signés. A certaines périodes de l'année (en hiver), la production de spiruline diminuée en Europe. Pour éviter de perdre leurs clientèles, ces fermes européennes utilisent la production de la ferme Nayalgué pour les satisfaire durant cette période.

b) Vente humanitaire

La vente humanitaire de la ferme représente 45% de sa production. La spiruline de la ferme Nayalgué est vendue à 6,10euro/Kg (4.000Fcfa/Kg) aux Centres de Récupération des Enfants Malnutris (CREN), 19,08euro/Kg (12.500Fcfa/Kg) au Ministère de la santé pour des associations humanitaires et 22,90euro/Kg (15.000Fcfa/Kg) aux ONG et associations de lutte contre la malnutrition et le VIH-SIDA. Le prix moyen de la vente humanitaire est de 16,02euro/Kg (10.500Fcfa/Kg). Ce prix de vente est en dessous du prix de revient de la production de la ferme. Il est compensé par la partie destinée à la vente sur les marchés.

c) Commercialisation sur les marchés locaux et internationaux

La spiruline commercialisée sur les marchés locaux et internationaux représente 55% de la production de la ferme. Elle est vendue localement au sein de la ferme et par l'intermédiaire des grossistes, détaillants, coopératives de bien-être et pharmacies. Son prix en détail au Burkina Faso 33,59euro/Kg (22.000Fcfa/Kg), aux grossistes africains 25,95euro/Kg (17.000Fcfa/Kg) et aux grossistes hors Afrique 30,53 euro/Kg (20.000Fcfa/Kg). Le prix moyen de la commercialisation de la spiruline est de 30,02euro/Kg. Cette vente compense le manque à gagner de la vente humanitaire et permet une autonomie financière à la ferme.

Il existe un véritable problème de commercialisation à la ferme Nayalgué. Elle n'arrive pas à écouler toute sa production et est même obligée de réduire sa capacité de production.

De ce fait, la commercialisation de la spiruline sur les marché locaux mais surtout internationaux mérite d'être amélioré pour donner une réelle autonomie à la ferme et, pourquoi pas, augmenter la part humanitaire et/ou réduire le prix de vente. Sa valorisation peut se faire par la mise en place de systèmes qualités adaptés qui facilitera l'intégration de la spiruline de la ferme Nayalgué sur les marchés internationaux.

2.5 Autonomie de la ferme

L'autonomie est l'un des objectifs spécifiques du projet de la ferme Nayalgué. Une analyse basée sur les données de l'année 2010 et les 1600m² de bassins exploités permettra de déterminer si la ferme est rentable, si oui, dans combien de temps elle atteindra son autofinancement.

Il faut noter qu'en début de projet, il y'a eu plusieurs problèmes qui ont été surmontés et que la productivité varie d'une année à l'autre.

a) Recette de la ferme

Les recettes de l'année 2010 sont consignées dans le tableau suivant :

Tableau N° 17: Recette de la ferme Nayalgué

Clients	Pourcentage (%)	Quantité (Kg)	Prix unitaire (euro/Kg)	Recettes (euro)
Centres de Récupération des Enfants Malnutris (CREN),	7	237,65	6,10	1 449,66
Ministère de la santé pour des associations humanitaires et à	10	339,5	19,08	6 477,66
ONG et associations de lutte contre la malnutrition et le VIH	29	984,55	22,90	22 546,19
Détaillants au Burkina Faso	2	67,9	33,59	2 280,76
Grossistes africains	15	509,25	25,95	13 215,03
Grossistes hors Afrique	37	1 256,15	30,53	38 350,25
Total	100	3 395		84 318,95

La ferme Nayalgué a une rentabilité annuelle de 2 838,95euro.

b) Estimation de la période d'autofinancement.

Les recettes étant supérieures aux dépenses, il s'agit maintenant de déterminer quand la ferme deviendra autonome financièrement.

Tableau N°18 : Bilan estimatif

1^{ère} année	
Investissement	1 160 000euro
Charge	81 480euro
Production annuelle	3 395Kg
Recettes annuelles	331 563,19euro
Situation	-115 716,05euro
De la 2^{ème} à la 41^{ème} année	
Charge	81 480euro
Situation	- 2 158,05euro
42^{ème} année	
Charge	81 480euro
Situation	+ 680,9euro

Analyse des résultats

- La ferme Nayalgué devrait atteindre son autofinancement dans la 42^{ème} année de production.
- Dans la vente humanitaire (46%), le pourcentage alloué aux Centres de Récupération des Enfants Malnutris (CREN) est la plus faible (7%). Pourtant, ce sont elles qui ont le plus besoin de spiruline.
- Les CREN manque de moyen financier pour acheter la quantité de spiruline dont ils ont besoins. Même si le pourcentage qui leurs étaient destinés était revu à la hausse, ils ne seraient pas à mesure de s'en procurer suffisamment. En plus de la nécessité d'augmenter cette part et il faut chercher à réduire le prix de vente.

3. Etude de projet d'une ferme de spiruline de 600m²

A partir des données et remarques théoriques, la stimulation d'une ferme de 600m² permettra d'étudier un cas pratique d'une ferme semi-artisanale. Il s'agit de déterminer comment et quand une ferme relativement modeste peut être autonome et pérenne. Les données de la ferme de Pahou2 seront utilisées dans l'analyse qui suit puisque les deux fermes ont la même superficie.

3.1 Installation de la ferme

La ferme sera une exploitation de 600m² réalisée dans un pays en voie de développement. Son objectif sera d'améliorer la santé de la population grâce à une spiruline de qualité produite par une ferme citoyenne autonome et pérenne.

Le choix de la superficie s'est porté sur 600m² suite à l'étude de Pierre ANCEL qui fixe le point mort de la rentabilité d'une ferme autonome en Afrique à 400m². Pour prévenir les marges d'erreurs, 200m² ont été ajoutés portant la superficie à 600m². De plus, l'interprétation du graphique du prix de revient en fonction de la superficie a montrée qu'à partir de 600m² l'impact de la superficie sur le prix de revient commençait à se réduire.

Le coût d'installation est calculé à l'aide du coût d'investissement d'une ferme dans les pays en voie de développement qui est de 15 000euro pour 100m². Le coût d'investissement est donc estimé à 90 000euro.

3.2. Production

La productivité de la ferme de 600m² est de 8g/j/m². Dans l'année, la ferme a 240 jours de récolte, ce qui donne une production annuelle de 1 152Kg de spiruline.

Les charges de la ferme sont calculées avec le prix de revient de la ferme Pahou2. Le prix de revient est de 21euro/kg, ce qui donne une charge annuelle de 24 192euro.

La spiruline doit être de bonne qualité et respecter les spécifications nationales et internationales. Des systèmes de bonnes pratiques de production, des bonnes pratiques d'hygiène et de traçabilité ainsi qu'une méthode HACCP seront mis en place et respectés.

3.3. Distribution de la spiruline

a) Pourcentage de distribution

Le projet aura un volet humanitaire et un volet purement commercial. La distribution de cette ferme se fera de la manière suivante :

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

- 10% de la production seront donnés gratuitement au plus démunis à travers les Centres de Récupération des Enfants Malnutris (CREN), dans les hôpitaux pour les personnes affaiblies (sidéens, lépreux, vieux, etc..). Cette partie humanitaire servira de publicité à la spiruline.

- 15% vendus à prix humanitaire aux organisations humanitaires reconnues à 16,02euro/Kg. La proximité avec la population permettra de diffuser les qualités thérapeutiques de la spiruline à un grand nombre de personne.

- 15% vendus aux pharmaciens et grossistes à 25,95euro/Kg,

- 10% vendus aux détaillants à 33,59euro/Kg

- 50% vendus à l'exportation 33,53euro/Kg.

b) Recettes

L'estimation des recettes de la ferme est consignée dans le tableau ci-dessous

Tableau N°19: Recettes de la ferme de 600m²

Clients	Pourcentage (%)	Quantité (Kg)	Prix unitaire (euro/kg)	Recettes (euro)
Centres de Récupération des Enfants Malnutris (CREN) et hôpitaux pour les personnes affaiblies	5	57,6	0	0
Organisations humanitaires	15	172,8	16,02	2 768,25
Pharmaciens et grossistes	20	230,4	25,95	5 978,88
Détaillants	10	115,2	33,59	3 869,56
Exportation	50	576	30,53	17 585,28
Total	100	1 152		30 201,97

La ferme réalise un bénéfice annuel de 6 009,97euro si elle arrive à écouler la totalité de sa production avec les pourcentages et les prix donnés dans le tableau N°19

c) Estimation de la période d'autofinancement

L'analyse de l'autofinancement est réalisée dans le tableau ci-dessous.

Tableau N° 20 : Bilan estimatif

1^{ère} année	
Investissement	90 000euro
Charge	24 192euro
Production annuelle	1 152Kg
Recettes annuelles	30 201,97euro
Situation	- 83 990,03euro
De la 2^{ème} année à la 14^{ème} année	
Charge	24 192euro
Recettes annuelles	30 201,97euro
Situation	- 5 873,03
La 15^{ème} année	
Charge	24 192euro
Recettes annuelles	30 201,97euro
Situation	135,97euro

Analyse des résultats

- La ferme de 600m² sera autonome à partir de sa 15^{ème} année de production, après amortissement de l'investissement.
- Une ferme de 600m² de superficie, une productivité de 8g/j/m² avec les pourcentages de distribution telle que définit dans l'étude est avantageuse lorsque l'installation et le financement sont réalisés par une ONG. Par contre, un privé peut trouver la période du retour sur investissement longue (15ans).

V. CERTIFICATION DES FERMES DE SPIRULINE

Dans un souci de différenciation des produits, plusieurs certifications ont été créées. Ces certifications sont mises en œuvres volontairement par les entreprises en fonction de leurs activités et de leur clientèle cible.

Toutes les certifications applicables dans les entreprises d'alimentation humaine peuvent être mises en œuvre dans une ferme. Parmi elles, deux présentent des avantages considérables pour les fermes de spiruline dans les pays en voie de développement :

- le système de management de la sécurité alimentaire, ISO 22000, et
- la certification des produits biologiques.

1. Certification ISO 22000

Les entreprises agroalimentaires sous la forte pression de la concurrence dans le commerce international et des graves crises sanitaires ont mis en place plusieurs référentiels, en plus des législations nationales et internationales. Dans un souci d'harmonisation des pratiques en matière de sécurité des denrées alimentaires au niveau international, l'ISO (The International Organization for Standardization) a développé une norme internationale pour la certification de systèmes de management de la sécurité sanitaire : l'ISO 22000.

Cette norme parue en septembre 2005 permet d'aider les industries agroalimentaires à mettre en place les principes de l'HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point), et d'améliorer leur système de management. Son utilisation dans la gestion d'une ferme peut faciliter l'accès de la spiruline aux marchés internationaux.

1.1 Principes

La norme ISO 22000 est un système de management de la sécurité des denrées alimentaires qui fournit un cadre d'exigences harmonisées dans le commerce international au sein du secteur agroalimentaire. Elle est en matière d'interprétation des principes HACCP, la première norme de systèmes de management de la sécurité des aliments à être allée au-delà des recommandations formulées en 1993 par la Commission du Codex Alimentarius.

La norme ISO 22000 combine les éléments clés suivants, généralement reconnus pour garantir la sécurité alimentaire tout au long de la chaîne alimentaire :

a) Communication interactive

La communication tout le long de la chaîne alimentaire est essentielle pour garantir que tous les dangers pertinents liés à la sécurité des aliments sont identifiés et correctement maîtrisés à chaque étape. Cela implique une communication des besoins de l'organisme aux organismes situés en amont et en aval dans la chaîne.

La communication avec les clients et les fournisseurs, basée sur l'information générée par une analyse systématique des dangers, aidera également à bien fonder la faisabilité, la nécessité et l'impact sur le produit final des exigences des clients et des fournisseurs.

b) Management du système

Les systèmes de sécurité alimentaire les plus efficaces sont conçus, gérés et actualisés dans le cadre d'un système de management structuré et sont incorporés dans les activités générales de management de l'entreprise. Cela bénéficie au maximum à l'organisme et aux parties intéressées. ISO 22000 est alignée sur les exigences de l'ISO 9001:2000, un système de management reconnu pour son efficacité dans la gestion des entreprises.

c) Maîtrise des dangers

ISO 22000 combine les principes et les étapes d'application du système HACCP (Analyse des dangers et des points critiques pour leur maîtrise) développé par le Codex Alimentarius avec des programmes prérequis ou programmes préliminaires. La norme utilise l'analyse des dangers pour déterminer la stratégie à suivre pour la maîtrise des dangers. Elle prend également en compte la traçabilité du produit.

1.2 Avantages

La mise en place de l'ISO 22000 présente de nombreux avantages dans la gestion d'une ferme de spiruline.

a) Avantages pour la ferme

- communication organisée et ciblée entre partenaires commerciaux ;
- optimisation des ressources (en interne et le long de la chaîne alimentaire) ;
- documentation améliorée ;
- meilleure planification, moins de vérifications post-processus ;
- maîtrise plus efficace et plus dynamique des dangers liés à la sécurité de la spiruline ;
- toutes les mesures de contrôle sont soumises à une analyse des dangers ;

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

- management systématique des programmes prérequis ;
- large applicabilité en raison d'une centration sur les résultats finaux ;
- base valide pour la prise de décision ;
- maîtrise centrée sur ce qui est nécessaire, et
- économie de ressources par la diminution des audits redondants du système.

b) Avantage pour d'autres parties prenantes

Les autorités et les consommateurs ont confiance dans le fait que les organismes qui appliquent la norme sont aptes à identifier et maîtriser les dangers liés à la sécurité de la spiruline. Cela constitue la garantie pour eux que le produit mis sur le marché est de bonne qualité.

c) Aspects créateurs de valeur ajoutée.

- Il s'agit d'une norme avec exigences claires, utilisable pour l'audit de toutes fermes quelles soient la taille ou le mode de production.
- La norme est internationalement acceptée ce qui donne confiance à tout clients et consommateurs des pays du monde améliorant ainsi la compétitive de la spiruline sur le marché international.
- Elle intègre et harmonise divers systèmes de certification existants, industriels, nationaux et internationaux, ce qui évite les Obstacles Techniques au Commerce (OTC)
- Elle est alignée sur ISO 9001:2000 et HACCP. Les problèmes récurrents dans les fermes des pays en voie de développement sont le non respect des quantités, des qualités et des délais de livraison. Cette norme donne la garantie aux importateurs internationaux que la ferme certifiée respect entre autres ces critères.
- Elle contribue à une meilleure compréhension et à un développement du système HACCP, méthode reconnue dans l'amélioration de la sécurité sanitaire des aliments.

1.3 Etapes de mise en œuvre d'une certification ISO 22000

La mise en œuvre de l'ISO 22000 passe par la réalisation des étapes suivantes :

a) Diagnostic

Réaliser par la ferme, un audit des Bonnes Pratiques de Fabrication et des Bonnes Pratiques d'Hygiène puis un diagnostic général qui donnera l'état des lieux de l'exploitation. Enfin, proposer un plan d'actions pour la mise en place du système HACCP et des exigences de la norme ISO 22000. Le plan d'actions préconisé sera approuvé par la Direction avant la mise en œuvre.

b) Désignation et formation de l'équipe HACCP

Cette équipe sera responsable de la mise en place du système ISO 22000 dans la ferme, depuis sa conception jusqu'à son implantation. L'équipe HACCP sera constituée de différents salariés de l'entreprise : représentants de l'encadrement, de la maîtrise, des opérateurs de production, du service qualité et du service maintenance. Cette équipe doit avoir une formation complète à :

- L'hygiène alimentaire
- La mise en place d'un plan HACCP
- Les exigences de la norme ISO 22000

Au cas où la ferme ne dispose pas de personnel qualifié dans ces domaines sur place, elle peut se faire assister par un consultant extérieur.

c) Identification des prérequis ou programmes préliminaires (PP)

Les prérequis sont les conditions et activités de base nécessaires pour maintenir tout au long de la chaîne alimentaire un environnement hygiénique approprié à la production, à la manutention et à la mise à disposition de spiruline sûres pour la consommation humaine. Il est précisé dans la norme que les PP nécessaires dépendent du segment de la chaîne alimentaire dans lequel l'organisme intervient et du type d'organisme.

D'autres termes équivalents sont utilisés pour désigner les PP : Bonnes Pratiques Agricoles (BPA), Bonne Pratiques de Récolte (BPR), Bonnes Pratiques Vétérinaires (BPV), Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF), Bonnes Pratiques d'Hygiène (BPH), Bonnes Pratiques de Production (BPP), Bonnes Pratiques de Distribution (BPD) et Bonnes Pratiques de Vente (BPV).

d) Description des produits et utilisation attendue

La ferme doit réaliser une identification des caractéristiques physiques, chimiques, organoleptiques de la spiruline (spécifications des matières premières, des produits en cours, des produits finis, des emballages...) et des usages (conditions de conservation, de transport, de consommation : quelles sont les possibilités raisonnablement prévisibles d'utilisation fautive).

e) Description du processus de fabrication et analyse des dangers associés à chaque étape

Le diagramme de fabrication définira avec précision les différentes étapes de la production, chaque étape sera précisée : matériel employé, méthodes de production, personnel concerné. Une analyse préliminaire prendra en compte les incidents déjà connus sur le produit : quelles ont été les réclamations des clients, des consommateurs... Les risques seront alors quantifiés : fréquence d'apparition, possibilité de détection, gravité. Les causes d'apparition de chaque danger seront mises en évidence par un travail d'équipe. Pour chaque danger identifié, une recherche de mesures préventives est réalisée. Les mesures préventives existantes sont formalisées (procédures, modes

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

opératoires, instructions de travail...), les mesures préventives à créer sont définies et mises en œuvre.

f) Identification des points critiques pour la maîtrise (CCP)

Détermination des CCP relatives à la production de spiruline, établissement des limites critiques pour chaque CCP et mise en place d'un plan de surveillance pour chacun d'eux.

g) Rédaction du système documentaire

Le système documentaire est constitué du plan HACCP. C'est un ensemble des procédures, modes opératoires permettant la maîtrise de la sécurité alimentaire. Il comprend également des fiches de fonction et des responsabilités en matière de HACCP. Il est constitué des enregistrements (résultats, observations, rapports, relevés de décision, etc.) et de la rédaction du Manuel HACCP.

h) Mise en œuvre et vérification du système HACCP

Il s'agit de la mise en œuvre et du suivi du système formalisé. Il faut également vérifier que le système fonction correctement. En cas de problèmes, faire les réajustements appropriés.

Réaliser un audit final du système HACCP, de préférence par une tierce partie.

i) Formalisation du système de management de la ferme avec tous les éléments que l'on retrouve dans un système de management de la qualité selon les exigences de la norme ISO 9001

- L'engagement écrit de la Direction de la ferme
- La maîtrise des ressources techniques et humaines
- Les analyses à partir des données enregistrées et des non-conformités
- L'amélioration des performances du système HACCP et des audits internes.

j) Suivi et évaluation du système de management ISO 22000

La mise en œuvre sur le terrain permettra de détecter les dysfonctionnements résiduels et un audit à blanc de la ferme vérifiera cette mise en œuvre avant l'audit de certification.

1.4 Etapes de la certification

Une fois la mise en œuvre réalisée, suit la certification propre dite. Elle est propre à chaque organisme certificateur mais suit généralement les étapes suivantes :

- Signature du contrat entre la ferme et l'organisme certificateur

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

- Pré-audit (en option), il consiste à l'analyse des écarts et diagnostic de la situation actuelle de la ferme par rapport aux exigences du référentiel. Il est recommandé pour éviter un échec dans la délivrance du certificat.
- Audit de la ferme. Il est réalisé par un ou plusieurs inspecteur(s) mandaté(s) par l'organisme certificateur.
- Comité de certification (édition du certificat). Il est chargé de délibérer sur la délivrance du certificat.
- Audits de surveillance avec des conditions et des fréquences définis par l'organisme certificateur pour vérifier l'amélioration continue du système,
- Renouvellement du contrat de certification après une période de 3 ans.

1.4 Coût

a) Coût de mise en œuvre

Il dépend des acquis de la ferme dans le domaine des programmes préliminaires, la démarche HACCP, la traçabilité, le système de communication et de documentation, la gestion, les formations, etc...

b) Coût de la certification

Il varie d'un organisme à l'autre. Il est calculé en fonction de la ferme à certifier, du nombre de personnel, de la quantité de production, du chiffre d'affaire de l'entreprise, etc....

1.5 Rentabilité et autonomie financière d'une ferme certifiée ISO 22000

Les analyses de rentabilité et d'autonomie sur des fermes certifiées ISO 22000 seront réalisées à partir des exploitations déjà étudiée.

Le mode de production et le pourcentage de produit commercialisé localement et aux grossistes africains ne change pas. Seul le prix de vente de la spiruline hors Afrique sera modifié.

La mise en œuvre et le coût d'inspection sont estimés à 9 000euro pour les trois années de certification, ce qui correspond à une charge supplémentaire de 3 000euro/an.

En France la spiruline de production artisanale est vendue entre 75euro et 150euro. Cette analyse utilisera la borne inférieure, c'est-à-dire 75euro comme prix de vente de la spiruline hors pays africains.

a) Ferme Nayalgué certifiée ISO 22000

Cette étude permet d'étudier la rentabilité et l'autonomie de la ferme Nayalgué si elle était certifiée ISO 22000.

❖ **Estimation des recettes**

Tableau N°21 : Recettes prévisionnelles

Clients	Pourcentage (%)	Quantité (Kg)	Prix unitaire (euro/Kg)	Recettes (euro)
Centres de Récupération des Enfants Malnutris (CREN),	7	237,65	6,10	1 449,66
Ministère de la santé pour des associations humanitaires	10	339,5	19,08	6 477,66
ONG et associations de lutte contre la malnutrition et le VIH	29	984,55	22,90	22 546,19
Détaillants au Burkina Faso	2	67,9	33,59	2 280,76
Grossistes africains	15	509,25	25,95	13 215,03
Grossistes hors Afrique	37	1 256,15	75	94 211,25
Total	100	3 395		140 180,58

En cas de certification ISO 22000, la ferme Nayalgué réalisera un bénéfice annuel de 55 700,58euro, soit 19 fois supérieure au bénéfice sans certification.

❖ **Estimation de la période d'autofinancement**

Tableau N°22 : Bilan estimatif

1^{ère} année	
Investissement	1 160 000euro
Charge	84 480euro
Production annuelle	3 395Kg
Recettes annuelles	140 180,58euro
Situation	-1 104 299,42
De la 2^{ème} à la 20^{ème} année	
Charge	84 480euro
Situation	-45 988,4euro
21^{ème} année	
Charge	84 480euro
Situation	+ 9 712,18euro

L'autofinancement de la ferme Nayalgué sera atteint pendant la 21^{ème} année de production si elle intègre la norme ISO 22000 dans son système de gestion. La certification ISO 22000 a réduit de moitié la période d'autofinancement de la ferme.

b) Ferme de 600m² certifié ISO 22000

Cette étude permet d'étudier la rentabilité et l'autonomie d'une ferme 600m² si la certification ISO 22000 est choisie comme option dans sa gestion.

❖ **Estimation des recettes**

Tableau N°23 : Recettes prévisionnelles

Clients	Pourcentage (%)	Quantité (Kg)	Prix unitaire (euro/kg)	Recettes (euro)
Centres de Récupération des Enfants Malnutris (CREN) et hôpitaux pour les personnes affaiblies	5	57,6	0	0
Organisations humanitaires	15	172,8	16,02	2 768,25
Pharmaciens et grossistes	20	230,4	25,95	5 978,88
Détaillants	10	115,2	33,59	3 869,56
Exportation	50	576	75	43 200
Total	100	1 152		55 816,13

En cas de certification ISO 22000, la ferme de 600m² réalise un bénéfice annuel de 28 624,13euro, soit 4 fois supérieur au bénéfice sans certification.

❖ □ **Estimation de la période d'autofinancement**

Tableau N° 24: Bilan estimatif

1^{ère} année	
Investissement	90 000euro
Charge	27 192euro
Production annuelle	1 152Kg
Recettes annuelles	55 816,13euro
Situation	61 375,87euro
De la 2^{ème} année à la 3^{ème} année	
Charge	27 192euro
Recettes annuelles	55 816,13euro
Situation	- 4 127,61euro
La 4^{ème} année	
Charge	24 192euro
Recettes annuelles	55 816,13euro
Situation	24 496,52euro

L'autofinancement de la ferme de 600m² sera atteint pendant sa 4^{ème} année de production de la ferme si elle intègre la norme ISO 22000 dans son système de gestion. Ce système a réduit au tiers la période d'autofinancement par rapport au manque de certification.

2. Certification produits biologiques

Les produits biologiques font parties d'un plus large groupe appelé les Produits Ecologiquement Préférables (PEP) du fait de leur nature ou de par le processus et méthode employés dans leur production. Les produits biologiques sont également appelés produits organiques ou produits écologiques.

2.1 Définition

L'IFOAM² définit l'agriculture biologique ainsi : « L'agriculture biologique englobe tous les systèmes d'agriculture qui privilégient, pour la production de base d'aliments ou de fibres, le point de vue environnemental, social et économique. Ces systèmes s'attachent à considérer la fertilité des sols comme la clé d'une bonne production. En respectant les exigences de plantes, des animaux et du paysage, il vise à améliorer la qualité sur tous les aspects de l'agriculture et de l'environnement. L'agriculture biologique réduit considérablement les intrants en se refusant à faire usage de l'engrais chimiques et des biocides de synthèse. A l'inverse en facilitant les cycles et les forces de la nature elle permet d'améliorer le rendement et la résistance aux maladies ».

Selon le Centre du Commerce International (CCI), le concept de production biologique comporte des aspects économiques et sociaux de la production agricole, localement comme globalement. La pratique de l'agriculture biologique préserve l'habitat naturel et le maintient comme source de gain et comme moteur d'équilibre et de préservation environnemental du territoire.

2.2 Objectif

L'agriculture biologique soutient et renforce les processus biologiques, au moyen d'une approche préventive de contrôle des maladies, insectes nuisibles, des mauvaises herbes, des rongeurs et autres animaux.

Les avantages de la certification biologique de la production de spiruline sont multiples :

a) Avantages environnementaux

Les bénéfices pour l'écologie et la santé sont les suivants :

- la non ou faible utilisation de produits synthétiques dans les bassins favorise la biodiversité microbienne
- la réutilisation des purges après recyclage permet la conservation de la nature.
- l'utilisation des purges sous formes d'engrais organiques améliore la fertilité du sol et protège contre les menaces de la qualité de l'eau potable, des rivières et des lacs.
- l'utilisation rationnée de l'eau permet la conservation de la nappe phréatique

b) Avantages sociaux

La production biologique utilise moins intensément le capital financier et plus de mains d'œuvre. Elle permet de donner une occupation à la population locale tout en la maintenant en interaction positive

² IFOAM : Fédération Internationale des mouvements de l'Agriculture Biologique

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

avec l'écosystème où elle habite. En effet, du moment où l'environnement est égal à la source d'entrée économique, il y'a là une motivation supplémentaire pour la population de préserver et de respecter son environnement en faisant une exploitation durable. De plus, il se crée un équilibre social entre les exploitants de la ferme et la population environnante qui fournis les intrants organiques.

c) Avantages économique

Lorsque la production de spiruline biologique est encadrée dans un contexte propice du point de vu réglementaire et les moyens de communication et de distribution adaptés sont mis en place, les exploitants des fermes peuvent obtenir des gains majeurs que ceux qu'ils obtiendraient d'un effort équivalent dans des options classiques. Il se développe également une activité économique autour de la ferme, puisse que les intrants (centre, oseille, potasse, sel, etc..) seront fournis par la population environnante.

Bien que le prix de vente des spirulines bio soit nettement supérieur aux produits non-bio, il faut convenablement évaluer auparavant les coûts de la certification et maitriser les processus qui permettent d'avoir la certification et accéder aux marchés de niches.

2.3 Etapes de la certification

Les Responsables d'une ferme désireuse de se faire certifier doivent au préalable s'informer sur la réglementation générale de la certification bio, s'assurer des ces éventuels débouchés, être en règle vis-à-vis de la réglementation nationale avant de contacter un organisme certificateur compétent, reconnu par les autorités du marché visé. Il s'en suit les étapes suivantes pour l'acquisition de la certification Bio :

a) Revu du questionnaire

La ferme décrit globalement son mode de production, de transformation et de commercialisation, etc... en répondant au questionnaire envoyé par l'organisme certificateur.

b) Engagement à un mode de production biologique

La ferme s'engagement auprès de l'organisme certificateur à produire sa spiruline selon le cahier de charge de la production biologique.

c) Inspection

Après réception de cet engagement et règlement d'une partie ou de la totalité du devis de certification, un inspecteur est mandaté à la ferme pour des contrôles et des audits qui consistent à une évaluation de la conformité des opérations de production, transformation et commercialisation par rapport au cahier de charge de la production biologique.

d) Délivrance du certificat

La décision de certification est établie par l'organisme certificateur sous le rapport de l'inspecteur et des informations mises à la disposition par la ferme et des tierces parties. Le certificat peut être émis en faisant des recommandations ou sous certaines conditions ou carrément refusé.

e) Surveillance

La procédure de surveillance est établie par l'organisme certificateur en fonction des résultats de l'année précédente. Les contrôles peuvent être annoncés et/ou inopinés.

2.4 Coût

a) Préparation interne de la certification

Tous les frais engagés avant l'obtention du certificat (hormis les frais de l'inspection), dans le cadre de la certification, font partir du coût de préparation à la certification biologique. C'est souvent la partie la plus coûteuse lorsqu'aucune préparation n'a été faite antérieurement.

Pour l'installation d'une ferme certifiée production de spiruline biologique, elle doit prendre en compte le volet certification dans la mise œuvre du projet. Il y'a donc pas de coût de mise en œuvre à la certification.

Pour une ferme en exploitation, le coût de préparation dépend de plusieurs facteurs. Les taches à réaliser sont les suivantes :

- état des lieux en matière de qualité sanitaire, traçabilité, documentation, réglementation et connaissance du personnel (techniciens et cadre).
- formation de personnel (technicien et cadre)
- mise en conformité de la ferme avec le cahier de charge
- élaboration de la documentation
- pré-audit et conseil

Il est préférable pour les fermes qui n'ont pas d'employer qualifié en interne de confier ces taches à un expert consultant.

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

La difficulté majeure dans la certification biologique d'une ferme en exploitation qui utilise des produits chimiques comme intrants, c'est d'éviter les contaminations croisées. Dans le cas de la ferme Nayalgué, cela revient pratiquement à construire une nouvelle ferme car les installations et le matériel doit être en double.

Le coût de mise en œuvre de la certification biologique à la ferme de Nayalgué n'étant pas disponible, elle ne fera donc pas l'objet d'une analyse.

b) Inspection

Le coût de l'inspection n'est pas fixe pour une certification donnée. Un questionnaire est envoyé par l'organisme certificateur à l'opérateur. Ce n'est qu'après analyse de ce questionnaire que l'organisme certificateur donne le coût de l'inspection. Il est à noter que les frais d'inspection sont relativement élevé pour les entreprises des pays en voie de développement, en particulier lorsque l'organisme certificateur n'est pas représenté dans le pays ou la sous-région. Le coût d'une journée de travail d'un inspecteur étranger peut représenter une année d'activité d'un travailleur agricole dans certains PVD.

Le coût d'inspection d'une ferme au Burkina-Faso pour une certification biologique est estimé à 4 500euro pour une durée de 3ans, ce qui correspond à 1 500euro par an.

2.5 Production bio

Le process de production est le même qu'il soit classique ou biologique. Par contre, l'engrais chimiques utilisés en production classique est remplacés par l'engrais organique en production bio.

Un produit est certifié Bio, lorsqu'au moins 95% des ingrédients sont bio. Ce qui veut dire que 5% du milieu de culture peut être des engrais chimiques. En pratique, pour un bassin de 200m² (comme celui de la ferme Nayalgué), on peut utiliser un milieu d'ensemencement de 10m² avec engrais chimiques. En partant des 10m² de culture concentrée en spiruline, on réalise progressivement le milieu de culture Bio avec des intrants bio jusqu'à atteindre les 200m².

Les intrants chimiques contenus dans le tableau sont les quantités nécessaires pour obtenir 10m² de milieu d'ensemencement, ils ne sont en aucun cas utilisés comme nourriture pour le milieu de culture Bio.

Cette méthode est utilisée parce qu'avec l'engrais chimique, les concentrations en éléments chimiques dans les engrais chimiques sont connues et la productivité est élevée. De plus, la culture avec engrais chimique est mieux maîtrisée que la culture avec engrais organiques par les producteurs de manière générale. Néanmoins, il est possible de faire son milieu d'ensemencement avec de l'engrais organiques.

Les coûts en intrants de ce tableau ont été tirés d'une étude sur la culture Bio à la Ferme de Nayalgué. La production a été réalisée sur un bassin de 10m² avec une productivité de 3g/j/m

Tableau N° 25: Coût des intrants pour une production biologique

DONNEES DE PRODUCTION			
Surface d'exploitation	: 10 m ²		
Productivité moyenne	: 3 g/j/m ²		
Production mensuelle	: 0,6 Kg (20 jours/mois de travail)		
Productivité annuelle	: 7,2 Kg (240 jours/an de travail)		
Produits nutritifs	Quantité (Kg)	Prix unitaire (Fcfa/Kg)	Prix total (Fcfa)
Bicarbonate de soude			
- ensemencement + purge	10	460	460
- nourriture	0		0
Oseille	105	1000	105000
Sel			
- ensemencement	10	100	1000
- nourriture			
Ensemencement avec du nitrate de potassium	2	1500	3000
Urée			
- ensemencement	0,15	500	75
- nourriture	0		0
Phosphate d'ammonium			
- ensemencement	0,2	1500	300
- nourriture	0		0
Sulfate de potassium			
- ensemencement	0,2	1500	300
- nourriture	0		0
Potasse			
- ensemencement	0,40	500	200
- nourriture	0,7		350
Sulfate de magnésium			
- ensemencement	0,40	1500	600
- nourriture	0,35		525
Nourriture en sulfate de fer	0,12	1500	180
Total			111 990

Le coût total en intrants pour une production bio d'un bassin de 10m² est de 111 990Fcfa, ce qui correspond à 170,97euro.

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

Ce tableau permet de déduire le coût en intrants organiques de la ferme de 600m² de bassins qui s'élève à 10 258,2euro avec une production annuelle de 432Kg.

Les charges de la ferme de 600m² en production bio sont de 23 856,74euro³.

2.6 Analyse de la rentabilité et de l'autofinancement

Le prix de vente utilisé dans cette étude sera celui pratiqué sur les marchés de spiruline bio en France qui est entre 150 et 300euro. Cette analyse utilisera 200euro comme prix de vente. Dans un souci de comparaison, l'analyse utilisera les mêmes pourcentages que la production avec engrais chimiques.

□ a) Estimation des recettes

Tableau N° 26: Recettes prévisionnelles

Clients	Pourcentage (%)	Quantité (Kg)	Prix unitaire (euro/kg)	Recettes (euro)
Centres de Récupération des Enfants Malnutris (CREN) et hôpitaux pour les personnes affaiblies	5	21,6	0	0
Organisations humanitaires	15	64,8	16,02	1 038,09
Pharmaciens et grossistes	20	86,4	25,95	2 242,08
Détaillants	10	43,2	33,59	1 451,08
Exportation	50	216	200	43 200
Total	100	432		46 631,25

La certification Bio permet à la ferme de 600m² de réaliser un bénéfice annuel de 22 775,24euro. La différence entre le bio et ISO 22000 est de 5 848,89euro, avec un avantage pour l'ISO 22000.

³ Charges bio = Charges de ferme – coût en intrants chimiques + coût intrants bio+ frais d'inspection

b) Estimation de l'autofinancement d'une ferme bio de 600m²

Tableau N°27 : Bilan estimatif d'une ferme certifiée produit biologique

1ère année	
Investissement	90 000euro
Charge	23 856euro
Production annuelle	432Kg
Recettes annuelles	46 631,25euro
Situation	-70 560,75
De la 2^{ème} année à la 4^{ème} année	
Charge	23 856euro
Recettes annuelles	46 631,25euro
Situation	-12 243euro
La 4^{ème} année	
Charge	23 856euro
Recettes annuelles	46 631,25euro
Situation	7 196,25

La ferme de 600m² certifiée produit biologique atteindra son autofinancement dans sa 4^{ème} année de production, moins d'une année par rapport à la certification ISO 22000.

3. Comparaison selon le type de marchés

Les analyses précédentes ont été réalisées sur trois types de marché ; le marché sans certification (tel qu'il est pratiqué présentement), le marché de l'ISO 22000 et le marché du bio. Il s'agit maintenant de comparer ces marchés en donnant les spécificités de chaque marché. Cette analyse sera réalisée dans le tableau N°28.

Tableau N° 28: Comparaison des différents types de marché de la spiruline

Types de marché	Installation	Superficie	Production	commercialisation	Rentabilité	Autofinancement
Sans certification	-Située la ferme dans une zone de production favorable. -Respecter les spécifications nationales et internationales en matière de salubrité de la spiruline.	-400m ² au minimum -Plus la superficie est grande plus la ferme est productive, moins est le prix de revient et mieux la ferme se porte. -Plus l'exploitation est importante plus l'investissement initiale est important.	-Forte productivité par la maîtrise des techniques de culture et des dosages en intrant pour la nourriture du milieu. -Bonne qualité hygiénique par le respect des BPF/BPH/HACCP et de la traçabilité	-Adapté pour la distribution locale dans les pays en voie de développement. -Développer des systèmes de communication qui augmente les ventes. -Améliorer la vente par la mise en place de systèmes qualités appropriés.	-Faible par rapport aux autres marchés -Améliorer la productivité, la qualité, les ventes et réduire le prix de revient augmentent la rentabilité. -Plus la rentabilité est importante vite l'autofinancement est atteint.	-Durée d'autofinancement plus longue. -Fonction de l'investissement initial et de la rentabilité. Plus l'investissement est lourd et la rentabilité faible, longue est la durée de recouvrement.
ISO 22000	-Respecter obligatoirement les BPF/BPH/HACCP. -Implanter sur un site où il y'a moins de contaminant dans l'aire et les conditions climatiques favorables	-Mieux adaptée pour les exploitations semi-industrielles ou industrielles. -Déconseillée pour une exploitation artisanale.	-Même production que le marché sans certification. -Améliore la gestion de la ferme et la communication entre les maillons de la chaîne alimentaire.	-Adaptée pour les marchés occidentaux avec une partie vendue localement -La plus value obtenue peut servir de subvention pour la part réservée à la vente humanitaire.	-Fortement rentable que le marché sans certification. -Moyennement rentable que le bio. -Marché le plus rentable entre les différents marchés de la spiruline.	-Réduit au moins de moitié la durée de l'autofinancement. -Plus l'investissement initial est faible plus la période se raccourcie.
BIO	-Utilise les mêmes conditions et installations que les autres types de marchés. -Ne peut pas être réalisée sur les mêmes installations que le marché sans certification ou l'ISO 22000.	-Mieux adaptée pour les petits bassins ou les exploitations artisanales ou familiales. -Cultiver les plantes qui serviront aux engrais organiques au tour de la ferme pour les moyennes et grandes exploitation.	-Faible productivité. -Techniques et doses en compositions chimiques dans les intrants organiques sont méconnues. -Faible coûts en intrants. -Protège le milieu naturel et la biodiversité	-Adaptée pour les marchés occidentaux. -Déconseillée pour les marchés locaux dans les pays en voie de développement -Ne permet pas d'atteindre l'un des objectifs des ONG qui est de fournir plus de spiruline aux nécessiteux.	-Forte que le marché sans certification mais moins que le marché ISO 22000. -Augmente si on arrive à mieux vendre la spiruline, surtout en gélules.	-Sensiblement la même que la période de la certification ISO 22000 mais dans une moindre mesure

Conclusion

Les normes de qualité sont sans conteste un levier pour la création de fermes de spiruline autonomes et pérennes dans les pays en voie de développement. C'est plutôt le choix de la certification qui représente une barrière lorsqu'il est mal fait.

Pour faire des exploitations de spiruline des filières commerciales compétitives et rentables, les recommandations suivantes doivent être prises en compte :

- ✓ un engagement total et un soutien forts de la part des pouvoirs publics pour lever les barrières réglementaires, institutionnels, financières, administratives et de structures d'accompagnement, de formation et d'information.
- ✓ une concertation régulière entre les professionnels de la filière pour mieux cerner les problèmes de la filière et les résoudre ensemble, mais également faire des propositions adéquates aux autorités compétentes,
- ✓ une superficie minimale de culture de 400m²,
- ✓ la mise en place d'un guide de bonnes pratiques de production et d'un manuel qualité HACCP,
- ✓ la maîtrise des techniques de culture (productivité et qualité),
- ✓ la réduction du prix de revient,
- ✓ une bonne politique de gestion de la ferme et de commercialisation de la spiruline,
- ✓ la vulgarisation de la consommation de spiruline auprès de la population locale.

En outre, l'intégration de la spiruline sur les marchés internationaux, doit se faire par le respect des conditions d'hygiène en matière de sécurité sanitaire des aliments comme indiquées dans les accords Sanitaires et Phytosanitaires. Le respect de ces conditions doit se baser sur le Codex Alimentarius par la mise en place des bonnes pratiques de récolte, les bonnes pratiques de production, les bonnes pratiques d'hygiène et l'analyse des risques sanitaires basée sur la méthode HACCP.

L'autonomie et la pérennité des fermes de spiruline des pays en voie de développement sont réalisables par la valorisation du produit grâce à la mise en place de certification adaptée. La certification garantit une égalité entre les produits quelque soit le pays d'origine permettant ainsi à la spiruline des pays en voie de développement d'intégrer les marchés des pays développés où les prix de vente sont élevés. Parmi les nombreuses certifications existantes, les certifications ISO 22000 et produit biologique sont les plus adaptées pour les fermes des pays en voie de développement.

Le choix entre ces deux certifications doit se faire en prenant en compte les éléments suivants:

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

- ✓ ISO 22000 est la plus rentable et la plus adaptée pour les fermes semi-industrielles et industrielles utilisant l'engrais chimique comme intrants.
- ✓ ISO 22000 prend en compte le système de management de l'entreprise indispensable dans la pérennisation d'une ferme.
- ✓ La certification ISO 22000 n'est valorisée que lorsqu'au moins une partie de la production est vendue dans les pays développés, ce qui implique la recherche d'importateurs dans ces pays.
- ✓ ISO 22000 a sensiblement la même période d'autofinancement que le Bio lorsque l'investissement initial de la ferme Bio n'est pas important.
- ✓ Le Bio est adapté pour les exploitations artisanales ou familiales.
- ✓ Le Bio est adapté pour les marchés des pays développés, mais sa rentabilité réside dans la négociation du prix d'achat.
- ✓ Le Bio a un coût en intrant est réduit.
- ✓ Le Bio ne permet pas d'obtenir une grande quantité de spiruline à cause de sa faible productivité.
- ✓ Il est difficile pour une ferme de débiter par l'utilisation de l'engrais chimique et de produire par la suite du Bio. Le mieux est de débiter directement en Bio.

En tout état de cause, la spiruline sans certification, la spiruline Bio ou la spiruline certifiée ISO 22000 ont pratiquement la même valeur nutritionnelle lorsqu'elles sont produites dans les conditions hygiéniques appropriées.

TROISIEME PARTIE : OUTIL D'AIDE A LA DECISION

Introduction

Sous l'impulsion des ONG internationales, la spiruline a pris une part importante dans la lutte contre la malnutrition et la pauvreté dans les pays en voie de développement. Plusieurs fermes de spiruline ont été créées dans ces pays en association avec les partenaires locaux.

Pour faciliter le développement de ces initiatives et créer une véritable autonomie des fermes, un guide d'aide à la décision est élaboré et mis à la disposition des acteurs de la filière spiruline.

Son objectif est d'apporter une aide à ceux qui sont à la recherche d'une meilleur qualité et commercialisation de leur produit.

En effet, la commercialisation d'un produit alimentaire sur le marché international, passe par la preuve que les produits livrés ne représentent pas un danger pour le consommateur, mais respectent les normes internationales telles qu'indiquées dans le Codex Alimentarius.

Ce guide d'aide à la décision comportera deux volets :

- un guide d'aide à la production de spiruline de qualité,
- un guide d'aide à la commercialisation

I. GUIDE D'AIDE A LA PRODUCTION DE QUALITE

Ce guide se présente comme un outil d'action concret et pratique à mener pour obtenir un aliment de meilleur qualité sanitaire. Il est destiné à aider dans l'accomplissement des différentes étapes de production depuis la culture en bassin jusqu'à la mise sur marché, de manière à assurer la sécurité sanitaire et la qualité du produit fini et sa conformité aux exigences internationales en matière de traçabilité.

Son objectif est (i) d'énumérer les points clefs de la production, (ii) d'identifier les risques sanitaires potentiels et de proposer des éléments de références pour la gestion durable de votre activité.

Ce document sera subdivisé en trois parties :

- un manuel de Bonnes Pratiques de Production et de Bonnes Pratiques d'Hygiène (BPP/BPH)
- un manuel qualité type HACCP, et
- une traçabilité produit

Certains considéreront ce guide peut être comme une contrainte, mais en toute chose l'effort est nécessaire pour progresser.

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

1. Manuel de Bonnes Pratiques de Production et Bonnes Pratiques d'Hygiène

Les bonnes pratiques de production et les bonnes pratiques d'hygiène sont les bases d'une sécurité sanitaires. Tous les points clefs depuis l'installation de la ferme, jusqu'à la livraison du produit fini en passant par la production, sont énumérés sous formes de fiches. Chaque fiche contient, en général deux colonnes :

- la colonne « Dangers » indique les sources de risques (microbiologiques, chimiques, physiques, etc...) auxquels les produits sont exposés.

- la colonne « Moyens de maîtrise » liste les solutions proposées pour diminuer, voir supprimer ces dangers.

En face de chaque danger se trouve la liste de solutions.

LOCALISATION		
LOCALISATION	DANGERS	MOYENS DE MAITRISE
Site	<p>Contamination Elle est du à un environnement chargé en :</p> <ul style="list-style-type: none"> - poussière et gaz d'échappement des véhicules de passage, -métaux lourds et produits chimiques rejeté par les industries chimiques <p>Pénurie d'eau</p> <p>Difficulté dans le travail pour le personnel chargé de la récolte</p> <p>De longues saisons de pluie, les températures basses et une faible luminosité dans la région réduit l'exploitation optimale de la ferme</p>	<p>Construire la ferme loin des routes</p> <p>Eviter de construire la ferme dans une zone industrielle</p> <p>Proximité d'une source d'eau permanente</p> <p>Construire sur un terrain plat</p> <p>Construire dans des régions à longues saisons sèches, à température élevée et à forte luminosité</p>
Accès à la ferme	Problème de livraison des intrants et de distribution des produits	Faciliter l'accès à la ferme par la construction d'une route praticable.
Bassins	<p>Contamination Elle est provoquée par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les feuilles mortes des arbres et des insectes qui y vivent, - les gaz d'échappement et la poussière des véhicules personnels et de livraisons <p>Multiplication Prolifération des microorganismes incrustés dans :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les parois internes males lissées - le fond males lissés - les angles vifs <p>Inondation en saison de pluie</p> <p>Accidents des enfants</p> <p>Climat défavorable à la culture de la spiruline (forte pluie, mauvaise luminosité, faible température)</p>	<p>Eviter de construire sous les arbres,</p> <p>Installer à l'écart de la zone de livraison et du garage.</p> <p>Parois lissent Fond plat Construction circulaire ou angles arrondis</p> <p>Eviter les zones inondables</p> <p>Eviter l'accès aux enfants</p> <p>Au besoin, installation d'un toit laissant passer les rayons solaires Construction sous serre permet de contrôler efficacement le milieu de culture (évaporation, température, contamination)</p>

Remarque : Le choix d'un site pour l'implantation d'une ferme de Spiruline dépend également de la compétence locale et de l'acceptation par les populations environnantes.

INSTALLATION

ELEMENTS A INSTALLER ET PROPRIETES	DANGERS	MOYENS DE MAITRISE
Matériau de construction du bassin	Contamination par des produits chimiques toxiques contenus dans le matériau Attaque par les rongeurs	Utiliser du plastique alimentaire ou du béton. Utiliser du béton ou un plastique alimentaire résistant
Agitateur	Hétérogénéité provoquant une mauvaise répartition de l'éclairage et forte concentration en oxygène et un manque de carbone dans certaines parties du milieu de culture	Mise en place et contrôle de l'agitateur avec une vitesse de rotation réglée en fonction de la quantité de spiruline et du milieu de culture
Drainage et évacuation des déchets	-Contamination par des microorganismes de l'air, du sol et de l'eau souterraine -Prolifération des rongeurs	Mise en place de canaux d'évacuation Respect des règles d'hygiènes du milieu Effectuer une dératisation périodique
Sanitaires et toilettes	Contamination des produits par des germes pathogènes.	Robinet et savon liquide, papier hygiénique, toilette propres, vestiaires pour le personnel
Contrôle de la température et de l'humidité	- Température du bassin en dehors de la zone de production ($T \leq 20^{\circ}\text{C}$ et $T \geq 40^{\circ}\text{C}$) - Multiplication microbienne - Altération du produit	Construction du bassin sous serre avec système aération Installation de split, d'humidimètre et de thermomètre en salle de production Installation de système d'aération Fermeture des salles de production après une entrée ou une sortie
Eclairage	Vision de couleur du produit sous un jour trompeur Contamination par les débris de verre.	Eclairage naturel ou artificiel adapté à la nature de l'opération Protection des ampoules

Remarque :

-Il est souvent utile, voire nécessaire, d'installer une serre ou au moins un toit sur le bassin. Cela permet une protection contre les excès de pluie, soleil ou froid, et contre les chutes de feuilles, fientes d'oiseaux, vents de sable et débris divers.

-Mieux vaut construire deux ou plusieurs petits bassins qu'un seul grand.

LOCAUX DE PRODUCTION

Il est préférable que la salle de séchage et de conditionnement soit dans la même enceinte, cela limitant la contamination par l'air ambiant.

DANGERS	MOYENS DE MAITRISE
<p>Contamination Les locaux sont sources de contamination par la poussière et les souillures qui peuvent s'y accumuler, en particulier sur les peintures défectueuses au plafond et les tuyauteries. Les souillures et les poussières peuvent être amenées par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'air ambiant en mouvement, - les insectes et les rongeurs, - le personnel et ses déplacements, - les déchets et les poubelles, - les emballages et cartonnages venant de l'extérieur, - l'eau stagnante, <p>Multiplication Les locaux sont aussi le siège de multiplications favorisées par la température ambiante des laboratoires.</p>	<p>Nettoyer et désinfecter les sols, murs et plafonds. Une conception des locaux (absence de recoins inaccessibles) et des matériaux adaptés favoriseraient ces opérations.</p> <p>Entretien des locaux (peinture...).</p> <p>S'assurer que l'aération n'entraîne pas de courants d'air contaminants.</p> <p>Ne jamais balayer à sec en présence de produits non protégés.</p> <p>Le bassin de culture, le lieu de récolte et d'essorage, le séchoir et la salle de conditionnement doivent être le plus proche possible.</p> <p>Au besoin, couvrir les tables de séchage, du lieu d'essorage au séchoir et à la salle de conditionnement.</p> <p>Désinsectiser et dératiser systématiquement.</p> <p>Protéger les ouvertures par des grilles et des moustiquaires.</p> <p>Limiter les déplacements dans les zones sensibles (lieu de récolte et d'essorage, salle de préconditionnement et la salle de conditionnement).</p> <p>Eloigner les poubelles du plan de travail.</p> <p>Les vider le plus souvent possible.</p> <p>Nettoyer et désinfecter les poubelles quotidiennement (surtout le couvercle et les parties souillées).</p> <p>Déballer les produits au fur et à mesure des besoins.</p> <p>Eviter l'introduction des emballages dans les locaux de production.</p> <p>Aménager les sols en pente naturelle vers des orifices d'évacuation ou racler soigneusement après les opérations de nettoyage.</p> <p>Maintenir le carrelage et les joints en bon état.</p> <p>Maîtriser les flux d'air et les aérations.</p> <p>Choisir des zones de travail éloignées de sources de chaleur.</p>

Rappel :

La présence de plantes et l'accès aux animaux de compagnie dans les locaux de fabrication sont interdits, car ils sont vecteurs de germes et de parasites.

FICHE D'ENTREPOSAGE

Les denrées alimentaires sont en vrac ou emballées. Elles se conservent sans altération à température ambiante, mais il est préférable qu'elles le soient à 28°C.

DANGERS	MOYEN DE MAITRISE
<p>Contamination Les principaux dangers de contamination lors du stockage en réserve sèche proviennent :</p> <ul style="list-style-type: none"> - du sol (accumulation de souillures, inondations, remontées d'égouts...), - des murs et des plafonds peu entretenus, - des nuisibles et leurs déjections, - leur présentation : les emballages souillés (cartons, cageots...), -les récipients de pré-conditionnement <p>Manipulations par l'homme des denrées nues,</p> <p>Multiplication Les produits stockés peuvent être le siège d'altérations lorsque :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la date limite d'utilisation (DLU) est dépassée, - les produits sont soumis à des variations quotidiennes de températures ou exposés accidentellement à des températures excessives. 	<p>Ne jamais stocker les produits alimentaires à même le sol (étagères, palettes ...)</p> <p>Nettoyer régulièrement les zones de stockage. Ne pas accoler au mur, ni au plafond Dépoussiérer et nettoyer la réserve au moins une fois par an.</p> <p>Lutter régulièrement contre les nuisibles. Contrôler l'absence visible de nuisibles ou de déjections. Si possible évacuer les emballages.</p> <p>Nettoyer et désinfecter après chaque utilisation</p> <p>Assurer une hygiène corporelle rigoureuse. Respecter les règles d'hygiène</p> <p>Contrôler à la mise en stock et la DLU⁴ des produits. Déstocker en premier les produits à DLU la plus proche. Vérifier périodiquement la rotation des stocks.</p> <p>Éviter des variations de température supérieure à 10°C ou limiter les quantités stockées en saison chaude. Plus la température est élevée, plus la durée de stockage doit être courte.</p>

⁴ DLU : Duré Limite d'Utilisation

INFORMATION SUR LE PRODUIT ET VIRGILANCE DU CONSOMMATEUR

Objectif

Donner au consommateur des informations exactes sur le produit tout au long de la chaîne pour lui permettre de manipuler, stocker et utiliser le produit en toute sécurité

Donner suffisamment d'information au consommateur pour qu'il puisse faire un choix judicieux adapté à sa situation

Information à étiqueter

- la dénomination du produit
- N° de lot : il permet d'identifier le lot et de le retirer en cas d'anomalie
- le logo de l'entreprise
- le nom et l'adresse du producteur
- le pays d'origine
- le quantité de produit dans l'emballage
- la description simplifiée de la technologie utilisée
- la date limite d'utilisation (DLU)
- l'utilisation prévue et la posologie
- la population cible
- les contres indications, s'ils en existent

Remarque

- L'étiquette doit être visible et lisible par le consommateur (rédigé dans la langue officielle du pays)
- Les produits destinés à l'exportation doivent être accompagnés par tous les documents légaux et au besoin, les documents spécifiques demandés par l'acheteur.
- La négligence de ces informations peut être source de production d'un aliment impropre à la consommation, même si toutes les règles sanitaires ont été respectées en amont

EAU

La disponibilité de l'eau est très importante sur une ferme. On peut utiliser l'eau de distribution de la ville (généralement coûteuse), pluie, forage et source naturelle.

DANGERS	MOYENS DE MAITRISE	GESTION
<p>Contamination :</p> <ul style="list-style-type: none"> -algues étrangères, cyanobactéries et autres microorganismes, -chimiques et métaux lourds <p>Formation de boue provoquée par :</p> <ul style="list-style-type: none"> -une forte concentration en calcium, fer et magnésium, -surdosage en nutriments et oligo-éléments <p>Multiplication Algues et cyanobactéries parmi lesquelles existe des hautement toxiques</p>	<p>Filtration de l'eau d'appoint Analyses microbiologies et physico-chimique au moins une fois par an de la source principale d'eau. Au besoin, traitement au chlore actif ou à la javel</p> <p>Analyses physico-chimiques au moins une fois par an. Si les testes sont positifs, faire un traitement adapté ou utiliser une autre source d'eau</p> <p>Faire une purge. Analyse du taux de calcium, fer et magnésium dans le milieu de culture et dans l'eau d'appoint. Calculer la quantité de chaque élément à ajouter pour réajuster le milieu de culture. veuillez à ne pas dépasser les limites de concentration admissibles.</p> <p>Eviter de stocker l'eau pendant longtemps à la lumière</p>	<p>Au moins une fois par an, la source d'eau, l'eau du réservoir et l'eau du milieu de culture doivent être analysés.</p> <p>Les analyses doivent porter au moins sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la flore totale - les Escherichia Coli - les salmonelles - les staphylocoques - les métaux lourds <p>Les bulletins d'analyses serviront, au besoin, à la mise en place d'un traitement adapté.</p>

Remarque

- L'eau doit être conservée dans des réservoirs de sorte à être toujours disponible. Elle est utilisée pour la culture, le lavage, le rinçage, le nettoyage et la désinfection.

- La dureté élevée d'une eau (présence de calcaire) peut entraîner des dépôts de calcaire à l'intérieur des canalisations.

De plus, ce calcaire peut diminuer l'activité de certains produits de nettoyage ou de désinfection.

Les purges et le renouvellement de milieu de culture peuvent d'être conservés dans des bassins de réserve. Cette méthode permet le recyclage de l'eau, donc la réduction de la consommation en eau de la ferme.

PLAN DE TRAVAIL

C'est la surface sur laquelle les produits alimentaires sont manipulés. Il est donc important de la protéger contre toutes contaminations possibles.

DANGERS	MOYENS DE MAITRISE
<p>Contamination Les plans de travail sont l'objet de contamination par :</p> <ul style="list-style-type: none">- l'air véhiculant poussières, micro-organismes et métaux lourds, - les produits alimentaires, par leurs emballages ou leur nature, - les ustensiles et matériels. <p>Multiplication Les plans de travail sont le siège de multiplication au niveau :</p> <ul style="list-style-type: none">- des souillures visibles, - des souillures invisibles, - des zones non nettoyables correctement (fissures, jonctions table-dossieret ou table-mur...).	<p>Positionner les plans de travail à l'abri des courants d'air. Ne jamais balayer à sec dans un local où sont travaillés les produits alimentaires.</p> <p>Ne pas introduire les emballages dans les lieux où sont travaillés les aliments. Ne pas manger dans les zones de production</p> <p>N'utiliser sur le plan de travail que des matériels et ustensiles correctement nettoyés et désinfectés au préalable. Les ustensiles doivent être déposés dans la mesure du possible à coté du plan de travail</p> <p>Choisir des matériaux et matériels facilement nettoyables et désinfectables.</p> <p>Eliminer les souillures le plus rapidement possible après leur apparition</p> <p>Utiliser un désinfectant adapté à la surface (concentration et temps de contact) Les tables de travail doivent recouverte de tapis alimentaire Ne jamais travailler sur un plan de travail fissuré.</p>

SPIRULINE

La spiruline est un produit sensible car aucune opération ne permettra de rabaisser sa quantité de germes ou de toxines.

DANGERS	MOYENS DE MAITRISE
<p>Accumulation de métaux lourds</p> <p>Présence de cyanotoxines</p> <p>Difficulté d'essorage provoquée par à un taux élevé de droite dans le milieu de culture</p> <p>Mauvaise espèce de spiruline</p> <p>Contamination</p> <p>Tout ce qui entre en contact direct ou indirect (projection) avec les produits est source potentielle de contamination:</p> <ul style="list-style-type: none"> - les mains, - les bijoux sont des nids de microbes mais peuvent également tomber dans le produit -Les vêtements - la gorge, la bouche, le nez, les oreilles (mauvais comportements) - les cheveux, - les ustensiles, les machines de production et le plan de travail, - l'air ambiant et les poussières, - les insectes et rongeurs, - circuit de production. <p>Multiplication</p> <p>Deux facteurs contribuent à la multiplication éventuelle des germes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la température ambiante, - le temps d'exposition des produits nus. 	<p>Eviter que l'eau et l'air ne contiennent du plomb, du mercure....</p> <p>Observation au microscope optique par un œil avisé, prêter une attention particulière aux spirulines droites. Renouvellement périodique de la culture à partir d'un ensemencement d'une souche pure spiralée.</p> <p>Utiliser de préférence l'espèce Platensis, Lonar ou la Paracas considérées comme résistantes et productives</p> <p>Se laver fréquemment les mains.</p> <p>Limiter le contact direct des mains avec le produit fabriqué.</p> <p>Eviter le contact avec le produit en cas de brûlure ou blessure</p> <p>Enlever ces bijoux au vestiaire avant le travail</p> <p>Enlever les vêtements de maison et mettre ceux du travail</p> <p>Ne pas tousser, se gratter, etc. lors de ces opérations. Porter un masque propre.</p> <p>Les employés et les visiteurs doivent porter des coiffes. Nettoyer et désinfecter efficacement.</p> <p>Lutter contre les courants d'air.</p> <p>Ne pas travailler sous des zones poussiéreuses (tuyauteries).</p> <p>Assurer une désinsectisation et dératisation systématiques.</p> <p>Contrôler les voies d'accès aux locaux de ces nuisibles (moustiquaires, bouchage des trous).</p> <p>S'assurer de bonnes pratiques de fabrication (contamination croisée) et de stockage des produits.</p> <p>Une déficience de maîtrise de l'un des facteurs ne peut être compensée que par la maîtrise de l'autre (en ambiance chaude, travail rapide)</p> <p>Déstocker seulement la quantité nécessaire à la fabrication.</p>

MILIEU DE CULTURE

Le milieu de culture est un élément déterminant dans la production (qualité et quantité) de spiruline. Il doit donc faire l'objet d'un suivi strict.

Il existe deux milieux de culture qui diffèrent par leur utilisation :

- milieu d'ensemence
- milieu de production

DANGERS	MOYENS DE MAITRISE
<p>Contamination La localisation des bassins influence directement sur le milieu de culture.</p> <ul style="list-style-type: none"> - les feuilles mortes des arbres et des insectes qui y vivent, - les gaz d'échappement et la poussière des véhicules des personnels ainsi que les véhicules de distribution. <p>Multiplication Le milieu de culture est très sélectif du fait d'une basicité élevée, néanmoins, certains microorganismes (cyanobactéries, protozoaires,...) s'y développent.</p> <p>Mort de spirulines dans le milieu d'ensemence provoqué par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - faible concentration en spiruline, - manque de lumière - taux élevé de sucre - spiruline entraînée au fond par la boue minérale <p>Manque d'oligo-éléments (zinc, bore, cobalt, cuivre, ...)</p> <p>Forte concentration en magnésium, calcium et fer provoque une perte de phosphore et une formation de boue</p> <p>Toxicité provoqué par l'ammoniac et l'urée</p>	<p>Eviter de construire les bassins sous les arbres</p> <p>Construire les bassins à l'écart des aires de livraison et des garages.</p> <p>Observation microscopique par un œil averti. En cas de présence de microorganismes, renouveler le milieu ou laisser le milieu sans agitation sous ombrage.</p> <p>Ombrager le milieu Agitation du milieu de culture en présence de lumière généreuse Ombrager le milieu sans agitation Faire une purge et réajuster le milieu sur la base des limites de concentration admissible Réajuster le milieu en oligo-éléments sur la base des concentrations limites admissibles</p> <p>Faire une purge et réajuster le milieu sur la base des limites de concentration admissible</p> <p>Faire attention à l'odeur du milieu : Une légère odeur d'ammoniac signifie qu'on s'approche de la limite autorisée Une odeur forte et persistante signifie qu'on a dépassé la concentration admissible, il faut donc réajuster le milieu</p>

MILIEU DE CULTURE (suite)

DANGERS	MOYENS DE MAITRISE
<p>Forte production de déchets biologiques provoquée par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - un épuisement en oligo-éléments - une salinité élevée <p>- eau d'appoint saumâtre</p> <p>Remplissage du bassin suite à une forte pluie</p> <p>Stress de la culture</p> <ul style="list-style-type: none"> - variation brusque et élevée de la température - changement brutal de concentration provoqué par une forte pluie - variation important du PH - manque de nutriment obligatoire 	<p>Purge du milieu de culture suivi d'un rajustement du milieu</p> <p>Purge du milieu de culture suivi d'un rajustement du milieu avec une eau douce</p> <p>Installation de tuyaux d'évacuation montés à 2Cm au dessus du niveau normal de la culture pour évacuer le superflu d'eau douce.</p> <p>Ne pas effectuer de récolte le temps que la spiruline déstresse.</p> <p>Faire une purge de préférence par le fond ou lors des récoltes en ne recyclant pas le filtrat suivi d'ajout en nutriment et d'oligo-élément</p> <p>Réajustement du PH par des nutriments sans récolte</p> <p>Réajustement du milieu de culture par ajout de nutriments</p>

Remarque :

- La construction du bassin de culture sous serre permet de contrôler plusieurs paramètres (évaporation, variation de pH, température, salinité) et de limiter les contaminations.
 - Le réajustement en nutriment doit se calculer sur la base des concentrations limites, après analyse du milieu de culture et en sachant la concentration du nutriment dans l'intrant dont on dispose.
- Les concentrations limites admissibles sont disponibles dans le manuel de culture de J.P Jourdan

MATERIEL ET USTENTIELS

TYPE DE MATERIEL	DANGERS	MOYENS DE MAITRISE
Equipements de production	<p>Panne ou diminution de rendement</p> <p>Dégradation</p> <p>Rupture de stock</p> <p>Contamination : Toute souillure, visible ou invisible, portée par un équipement pourrait être incorporée au produit travaillé. Elle peut être :</p> <ul style="list-style-type: none"> - microbiologique par contact du personnel ou équipements males désinfectés - chimiques par le reste des détergents ou désinfectants lors d'un mauvais rinçage. 	<p>Maintenance et suivi préventive</p> <p>Remplacement</p> <p>S'assurer de la disponibilité des stocks</p> <p>Analyses microbiologiques, au moins une fois par an de la pompe, la presse et le séchoir, Respecter d'hygiène corporelle, Suivre scrupuleusement le protocole de nettoyage/désinfections Rincer abondamment à l'eau propre les équipements</p>
Equipements de contrôle et de surveillance	<p>Panne ou dysfonctionnement</p> <p>Mauvais étalonnage</p> <p>Rupture de stock de kit d'analyse</p>	<p>Maintenance et suivi préventive</p> <p>Conserver les équipements (les kits, , microscope, balance..) tel qu'indiqué par le fabricant</p> <p>Effectuer des mesures métrologiques périodiquement</p> <p>S'assurer de la disponibilité des stocks</p>
Ustensiles et accessoires internes	<p>Matériels endommagés</p> <p>Mauvais utilisation du matériel</p> <p>Contamination Toute souillure, visible ou invisible, portée par un ustensile pourrait être incorporée au produit travaillé :</p> <ul style="list-style-type: none"> - directement par contact, - indirectement par chute de débris alimentaires. <p>Multiplification Les recoins internes et certaines parties des ustensiles sont difficiles voir impossible à nettoyer et désinfecter efficacement. ces endroits sont de véritables nids de prolifération des microorganismes.</p>	<p>Entretenir le matériel afin de le protéger des altérations.</p> <p>Utiliser le matériel tel qu'indiqué par le fabricant</p> <p>Nettoyer et désinfecter, puis laisser sécher par égouttage, retourner pour mettre l'intérieur à l'abri des poussières ou bien essuyer à l'aide d'un papier à usage unique</p> <p>Remiser à l'abri des poussières.</p> <p>Assurer un nettoyage régulier de ces zones.</p> <p>Nettoyer et désinfecter toutes les zones alimentaires</p> <p>Nettoyer et désinfecter tous les ustensiles après chaque utilisation et/ou en fin de journée.</p> <p>Préférer les ustensiles dont la conception facilite le nettoyage</p>

DECHETS ET POUBELLES

Rappel

Les poubelles de voirie ne doivent pas pénétrer dans les locaux de fabrication.

DANGERS	MOYENS DE MAITRISE
<p>Contamination</p> <ul style="list-style-type: none">- Les déchets sont porteurs de germes.- La poubelle elle-même par son couvercle et ses poignées est contaminante.- La manipulation lors de l'évacuation des déchets vers des poubelles de voirie ou la sortie des poubelles sur la rue.- Les déchets qui débordent d'une poubelle rempli- Les courants d'air <p>Multiplication</p> <p>Les déchets organiques constituent un milieu très favorable au développement des microorganismes.</p>	<p>Evacuer rapidement les déchets du plan de travail vers les poubelles de la salle de production.</p> <p>Se laver et se désinfecter efficacement les mains après manipulation du couvercle. L'utilisation d'une poubelle à couvercle à ouverture non manuelle est préférable.</p> <p>Nettoyer et désinfecter quotidiennement les poubelles. Se laver et se désinfecter efficacement les mains après chaque manipulation des poubelles ou des déchets.</p> <p>Ne pas attendre que la poubelle déborde avant de la vider.</p> <p>Limiter les déplacements d'air (courant d'air) au-dessus des poubelles.</p> <p>Evacuer le contenu des poubelles de la ferme vers celles de la voirie le plus souvent possible, surtout si elles renferment des denrées putrescibles et si elles sont en ambiance chaude (>20°C). Eloigner les poubelles des sources de chaleur.</p>

Remarque :

Il est également possible d'utiliser des sacs en plastique à usage unique pour évacuer les déchets.

NETTOYAGE ET DESINFECTION

Objectifs

Le nettoyage et la désinfection permettent de limiter la prolifération des germes dans les entreprises. Ils participent donc à la maîtrise préventive de la contamination des produits.

I. CARACTERISTIQUES COMMUNES

Pour effectuer un nettoyage et une désinfection efficaces, on utilise :

- un matériel adapté (balai brosse, lavette, brosse à ongles...),
- un produit autorisé (surface en contact des denrées alimentaires) et adapté au type de souillure (graisse, tartre) et à la surface considérée (mains, ustensiles, plan de travail, sol...), selon une méthode et un moment appropriés et en respectant les instructions figurant sur la notice d'utilisation du produit.

Ces deux opérations sont toujours terminées par un rinçage abondant, pour éliminer tout reste de produit (toxicité) et de souillures.

II. DIFFERENCES

Ces deux opérations sont complémentaires.

	NETTOYAGE	DESINFECTION
Objectif	Elimination de toutes les souillures visibles (et pour certains détergents, élimination de 80 % des micro-organismes quand le nettoyage est très bien réalisé).	Destruction des micro-organismes, invisibles mais présents sur toutes les surfaces.
Opération	...pouvant être envisagée seule (non suivie de désinfection).	...toujours précédée d'un nettoyage efficace car les souillures résiduelles inactivent le désinfectant.
Etape indispensable	Action mécanique (brossage, récurage).	Respect impératif du temps de contact, températures d'utilisation et doses indiqués par le fabricant en fonction du type de surface à traiter.
Fréquence	Selon le degré de salissure visible de la surface à traiter.	Adaptée au risque de contamination de produits sensibles (par ordre d'importance décroissante : mains > ustensiles > plan de travail > sol...).

DESINFECTION ET DE NETTOYAGE : SOLS, MURS ET PLAFONDS

Le pré lavage est nécessaire avant l'application de la solution de nettoyeur/désinfectant pour éliminer les plus grosses souillures.

➤ **SOLS**

	PRODUIT	DOSE : T°C	FREQUENCE	PROTOCOLE
PRELAVAGE			Quotidiennement. A la fin de la période de travail. Les parties difficilement accessibles doivent être nettoyées une fois par semaine.	Equipement : balai-brosse, raclette, seau, lavette doseur de produit, éventuellement jet d'eau et aspirateur à eau... Méthode : a - humidifier la surface, b - broser et gratter, y compris dans les angles, c - éliminer l'eau à la raclette, la lavette ou à l'aspirateur à eau.
NETTOYAGE ET DESINFECTION			Quotidiennement. A la fin de la période de travail. Les parties difficilement accessibles doivent être nettoyées et désinfectées une fois par semaine.	Equipement : Idem ci-dessus Méthode : a - répartir la solution nettoyante/désinfectante sur toute la surface du sol, b - broser et laisser agir selon les recommandations du fabricant, c - rincer si nécessaire (odeur forte) et éliminer l'eau au maximum à la raclette, lavette ou à l'aspirateur à eau.

Rappels

Aucune denrée alimentaire ne doit être stockée à même le sol.

L'eau de Javel peut être utilisée pour la désinfection (surveiller sa date limite d'utilisation). Pour son efficacité, il est nécessaire d'avoir dégraissé au préalable avec un détergent.

➤ **MURS ET PLAFONDS**

Les murs et les plafonds doivent être lessivés régulièrement selon ce protocole. La fréquence dépend de la nature du revêtement : carrelage, résine, PVC, peinture... et selon les emplacements.

NETTOYAGE ET DE DESINFECTION : PLAN DE TRAVAIL

Précaution

Tous les produits doivent être rangés dans un magasin qui ne contient pas de produits alimentaires. Les produits sont sources de multiplication de germes. Il faudra donc les éliminer le plus souvent possible. La solution détergente devra être changée fréquemment pour lui conserver son efficacité. Une désinfection des plans de travail est nécessaire essentiellement en fin de période de travail pour tuer les micro-organismes. Pour son efficacité, il faut impérativement respecter le temps de contact indiqué sur la notice d'utilisation. Mais ces produits peuvent contaminer les matières alimentaires, c'est pourquoi un rinçage abondant à l'eau claire est indispensable.

Veiller à ne pas incorporer de solution de nettoyage ou de désinfection aux produits alimentaires qui pourraient se trouver sur le plan de travail (vaporisation à l'alcool...). En fin de période de travail, les lavettes seront mises à tremper dans une solution désinfectante, après rinçage poussé. Laisser sécher.

	PRODUIT	DOSE: T°C	FREQUENCE	PROTOCOLE
NETTOYAGE	Détergent		Au début de la journée de travail pour éliminer les poussières. Entre deux opérations pour éliminer les débris alimentaires et les matières grasses.	Equipement : brosse, racloir, seau propre, doseur de produit, lavette, papier jetable. Méthode : Pendant la journée de travail : a - disposer d'un récipient contenant une solution de détergent renouvelée plusieurs fois par jour avec une lavette propre. b - passer la lavette en frottant la surface, c - rincer la lavette à l'eau claire, d - sécher éventuellement à l'aide d'un papier jetable.
DESINFECTION	Désinfection ou nettoyage/ Désinfection		A la fin de la journée de travail pour éliminer tous les germes	Equipement : seau, lavette, papier jetable. Méthode : APRES le nettoyage : a -répartir la solution désinfectante sur toute la surface du plan de travail, b - laisser agir selon les recommandations du fabricant, c - rincer.

Après nettoyage, pulvériser une solution alcoolique à 70° minimum (dénaturée à usage professionnel) sur le plan de travail et essuyer immédiatement après à l'aide d'un papier jetable. L'effet puissamment dégraissant de l'alcool décroche tous les micro-organismes.

Remarques : Les plans de travail doivent être constitués en matériaux conformes aux contacts alimentaires. En cas d'acquisition, veiller à cette conformité.

Le matériau le plus utilisé est l'acier inoxydable (inox), inaltérable et désinfectable. Les tables doivent être recouvertes d'un tapis alimentaire.

NETTOYAGE ET DE DESINFECTION : USTENSILES ET MACHINES

Les produits de nettoyage ou de désinfection sont inactivés par la matière organique. Cela implique plusieurs recommandations pour leur conserver une efficacité :

- éliminer le plus possible la matière organique, avant de mettre les ustensiles ou les parties démontables dans les machines à laver,
- les bains de lavage ou de désinfection devront être changés dès qu'ils seront trop "sales", car:
 - la présence de débris organiques dans une eau, entre 40 et 50°C, transforme le bain de lavage en bouillon de culture en quelques heures,
 - le rajout de produit dans une eau "sale" ne sert à rien.

Ne pas utiliser les bains de rinçage.

Rincer à l'eau courante, la plus chaude possible.

	PRODUIT	DOSE: T°C	FREQUENCE	PROTOCOLE
PRELAVAGE			Rapidement après l'utilisation, afin d'éviter le séchage de matières organiques.	Equipement :plonge, brosse, grattoir, doseur de produit. • évacuer au maximum les débris de produit dans la poubelle • mettre à tremper les ustensiles dans une eau de pré-lavage, s'il reste beaucoup de matière organique, ou bien rincer sous le robinet.
NETTOYAGE ET DESINFECTION			Soit après utilisation, Soit en fin de période de travail.	Equipement : éponge, lavette, pulvérisateur, papier à usage unique. Deux méthodes possibles : 1. Dans une bassine ou un seau contenant une solution de détergent/désinfectant: a - mettre les ustensiles à tremper pendant la durée indiquée sur la notice b - rincer à l'eau claire la plus chaude possible. c - laisser sécher par égouttage ou essuyer au papier jetable. 2. Pulvériser une solution alcoolique à 70° minimum dénaturée à usage alimentaire sur les surfaces de l'ustensile à désinfecter, essuyer au papier jetable immédiatement après. (L'effet dégraissant puissant de l'alcool permet de détacher une grande partie des germes éventuellement présents).

Remarques

- Le petit matériel (pelles, tissus de pressage, etc) sera de préférence suspendu au mur après nettoyage.

- Le matériel de nettoyage lui-même (brosses, lavette, raclettes, balais-brosses...) doit être nettoyé et désinfecté car il est un lieu privilégié de développement des micro-organismes et des mauvaises odeurs.

HYGIENE CORPORELLE

Cette fiche concerne le personnel de fabrication et celui de vente.

Le respect des règles édictées passe par une bonne information et formation du personnel sur les dangers encourus.

DANGERS	MOYEN DE MAITRISE
<p>Contamination</p> <p>L'Homme constitue une source potentielle multiple de contamination par :</p> <ul style="list-style-type: none"> • ses mains : fréquemment au contact avec l'aliment, elles constituent la principale source de contamination par : <ul style="list-style-type: none"> – les ongles, – la sueur, qui facilite la sortie de germes incrustés dans les pores de la peau, – la manipulation d'objets souillés (WC, les poubelles et les déchets, le nez, la peau, les boutons et les cheveux, les emballages et cartonnages, – les zones de blessures : coupures ou brûlures, – les bijoux, sous lesquels s'accumule une certaine "crasse", • son état sanitaire, sachant qu'il existe de nombreux porteurs sains de micro-organismes pathogènes <ul style="list-style-type: none"> – au niveau du nez (gouttes nasales), de la gorge, des oreilles et des plaies cutanées (panaris et furoncles), de la bouche (postillons), source de Staphylocoques dorés, – au niveau du tube digestif, source d'Escherichia Coli et Salmonelles. <p>Remarque : le danger est augmenté lors de maladies ; rhume, rhino-pharyngite, diarrhée...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ses vêtements : <ul style="list-style-type: none"> – de ville ayant accumulés des poussières atmosphériques, – de travail souillés par les éclaboussures alimentaires, voire par l'essuyage des mains. 	<p>Utiliser des ustensiles au lieu des mains à chaque fois que possible (pelles, récipients, etc..) .</p> <p>Garder les ongles courts et propres. Se laver et désinfecter les mains après chaque manipulation souillante. Ne pas porter les mains au visage ou à la bouche pendant le travail et donc ne jamais fumer dans les lieux de travail. Porter une coiffe enveloppant la totalité de la chevelure au cours de la fabrication.</p> <p>Protéger les blessures par des pansements étanches et des gants après désinfection (coupure). Oter montres et bijoux avant la prise du travail en fabrication et se laver les mains. Au cours de la visite médicale d'embauche, le médecin doit contrôler l'état de santé du postulant et son aptitude à un emploi dans la fabrication de produits alimentaires. Ne pas tousser, ni éternuer au-dessus des denrées. Se laver et se désinfecter les mains systématiquement après être passé aux WC. Porter un masque en cas de rhino-pharyngite purulente ou éviter les postes sensibles. Arrêter de travailler en cas d'affection digestive ou de panaris (demander conseil au médecin traitant).</p> <p>Avant chaque service, toutes personnes travaillant en zone de production, de laverie, de stockage et de distribution doivent porter dans les vestiaires une tenue de travail propre, claire et complète (chaussures, pantalon, veste ou chemise, tablier, calot), réservée au travail. Les visiteurs doivent porter un tablier. avant d'entrée en zone de production Ne pas s'essuyer les mains au tablier. Utiliser des papiers à usage unique. (Réserver l'usage du torchon exclusivement à la manipulation des matériels chaud)</p>

NETTOYAGE ET DESINFECTION DES MAINS

EQUIPEMENT

- Les lavabos : ils doivent être d'accès facile. Il est recommandé d'en disposer d'au moins un dans chaque zone sensible et un à la sortie des toilettes (pas dans les toilettes, elles mêmes). Il est préférable d'installer des robinets à commande automatique (à pied, au genou, au coude ou bouton poussoir), mais une utilisation rationnelle de robinets "classiques" est possible. Il faudra dans ce dernier cas, fermer les robinets à l'aide du papier à usage unique ayant servi à l'essuyage des mains.
- Une brosse à ongles au moins à la sortie des vestiaires.
- Un distributeur de savon liquide. Utiliser un savon bactéricide n'a de sens que si le temps d'application indiqué sur la notice est respecté. Dans le cas contraire, un tel savon n'est pas plus efficace qu'un savon liquide classique. Ne pas utiliser de produits bactériostatiques qui bloquent la croissance des germes sans les tuer.
- Un distributeur de gel à base d'alcool pour la désinfection des mains après le nettoyage.
- Pour l'essuyage, utiliser de préférence des papiers jetables à usage unique. Des distributeurs à feuille sont plus économiques à l'usage que les rouleaux.
- Un seau, sans couvercle, placé sous le lavabo recevra les papiers usagés.

Le chef du laboratoire doit veiller :

- à l'état de propreté du poste de lavage des mains,
- à la fourniture suffisante de savon et de papiers jetables.
- à vider le seau de papier en fin de journée ou lorsqu'il est rempli.

FREQUENCE

Le lavage et la désinfection des mains sont impératifs à la sortie des toilettes et à la prise du travail. Pendant la journée, après toutes les opérations souillantes telles que manipulation des déchets et poubelles, la réception de tout produit ou matériel provenant de l'extérieur de l'aire de travail, etc.

MODE D'EMPLOI

1. Se laver les mains avec le savon liquide. Se brosser les ongles.
2. Se rincer les mains à l'eau claire.
3. S'essuyer à l'aide d'un papier à usage unique. Quelle que soit l'installation, ne pas toucher à nouveau un robinet mains nues.
4. Se frotter les mains avec le liquide désinfectant, en passant bien entre les doigts jusqu'au poignet et jusqu'à ce que les mains soient sèches (environ 30 secondes).

Remarques

- Les appareils de séchage à air pulsé qui soufflent de l'air chaud sont déconseillés dans les salles de production.
- Apposer une affiche qui recommande aux utilisateurs le lavage des mains à la sortie des toilettes.

DERATISATION

Les rongeurs sont les principaux vecteurs de transmission de maladies dangereuses pour l'homme en raison des nombreux micro-organismes (virus, bactéries, parasites...) qu'ils véhiculent. Cette transmission peut se faire par contacts directs de l'animal avec les eaux usées (égouts) ou détritiques et les denrées alimentaires.

De plus, les morsures des animaux peuvent occasionner des maladies graves chez le personnel de fabrication et de vente.

En outre les rongeurs font des dégâts importants dans les denrées alimentaires et les câbles électriques.

Toute denrée alimentaire au contact direct du rongeur doit être jetée.

Le personnel de la ferme peut lui-même effectuer les traitements de dératisation à condition de respecter la procédure.

En cas d'éradication difficile, s'adresser à une entreprise spécialisée.

DANGERS	MOYEN DE MAITRISE
Contamination Les animaux et les parasites qu'ils véhiculent peuvent entrer en contact direct avec des marchandises et les contaminer	Protéger les ouvertures (sopiraux, bouches d'égouts, ventilations, fenêtres...) avec des grillages ou moustiquaires. Vérifier l'intégrité des emballages à réception et au moment de l'utilisation. Protéger les emballages déchirés accidentellement. Couvrir les produits non emballés. (film plastique ou récipients de stockage fermés)
Les urines et déjections des rongeurs peuvent souiller l'eau de ville et les denrées alimentaires.	Procéder à des dératisations préventives et traiter les locaux dès l'apparition de déjections ; traiter en particulier les réserves sèches et lieux de stockage à l'aide de substances raticides ou d'appâts empoisonnés : aérosols, bombes, graines/appâts, colles glu...
Prolifération des rongeurs	Le traitement chimique, physique ou biologique devrait être mis en œuvre sans poser de risque pour la sécurité ou la salubrité des produits alimentaires. Les aliments susceptibles d'attirer les ravageurs (reste de nourriture) devraient être placés dans des récipients hermétiques ou dans la poubelle. Les déchets doivent être inaccessibles aux rongeurs Les zones à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments doivent être maintenues propres.

Remarque

La manipulation des appâts et des produits chimiques toxiques est délicate. Pour éviter tout contact avec les denrées alimentaires, le personnel doit entreposer les produits de dératisation hors des zones sensibles ou dans une armoire fermant à clef et se laver les mains après leur manipulation. Il faudra les disposer en évitant tout contact avec les denrées alimentaires et se laver les mains après leur manipulation.

Le suivi et la détection de rongeurs devrait d'être régulièrement contrôlé dans la ferme.

DESINSECTION

Les insectes volants (mouches, moustiques, guêpes, papillons ou mites...) ou rampants (blattes cafards, fourmis, araignées...) sont une source permanente possible de contamination.

DANGERS	MOYENS DE MAITRISE
Contamination : Par contact des produits avec les insectes. Par contacts des insectes après passage dans des lieux souillés (toilettes, poubelles, ...)	Protéger systématiquement les denrées (film plastique ou récipients fermés) dès la fin du travail et entre chaque phase d'attente. Protéger les ouvertures (soulèvements, aérations/ventilations, fenêtres...) par des grillages ou moustiquaires. Désinfecter les sanitaires, poubelles et lieux de préparation Effectuer cette opération hors du contact des aliments.

MOYENS DE LUTTE CONTRE LES INSECTES

	MOYENS	UTILISATION	CARACTERISTIQUES
V O L A N T S	Grille tue insectes	Tout local. A placer en hauteur, hors d'une zone à fort éclairage.	Tube fluorescent attirant les insectes et les tuant par électrocution.
	Diffuseurs électriques	En l'absence de denrées alimentaires et de lumière vive.	Branchement électrique. Diffusion d'insecticides par la chaleur.
	Plaquettes ou cassettes insecticides	Suspendre hors des plans de travail. A renouveler régulièrement.	Insecticide diffusant lentement et régulièrement à la température ambiante.
	Peinture et laque insecticides	Application sur surface propre et plane. Il existe des produits en préventif (peinture) et en curatif (laque).	Application sur surface propre et plane. Il existe des produits en préventif (peinture) et en curatif (laque).
R E M P A N T S	Appâts anti-cafards ou fourmis	Traitement préventif ou après infestation. Placés près des repères des insectes dans les réserves, locaux à ordures.	Insecticide associé à un principe odorant (essence d'orange, hormones sexuelles caractéristiques de certains insectes).
	Laque insecticide	Traitement de choc curatif par vaporisation ou au pinceau. Application sur surface dégraissée. Traiter en fin de période de travail pour laisser sécher le produit.	Laques spéciales provoquant la mort des insectes par paralysie.
	Aérosols ou fumigation blattes, cafards	Traitement de choc curatif par vaporisation ou fumigation. Renouveler le traitement après 3 semaines pour tuer les oeufs non éliminés par le premier traitement. Utiliser en fin de période de travail en l'absence du personnel. Le lendemain, bien aérer les locaux avant la reprise du travail.	Les gaz s'infiltrent dans les moindres fissures, là où les insectes peuvent trouver un refuge. Les particules restent en suspension dans l'air. Il existe également des traitements par fumigation (particules d'insecticides lourdes, retombant au sol).
	Poudres insecticides	Application locale.	A utiliser uniquement contre les fourmis. Pour les autres insectes on utilise des moyens de lutte plus efficaces.

LIVRAISON ET TRANSPORT DE PRODUITS FINIS

Cette fiche concerne aussi bien les produits finis de la salle de stockage à l'exportation que les produits livrés en magasin local.

Les produits transportés en vrac sont les plus exposés, ils doivent être transportés avec beaucoup plus de précaution.

Les produits emballés ne sont contaminés que si l'emballage est défailant.

DANGERS	MOYENS DE MAITRISE
<p>Contamination</p> <p>Avant l'arrivée du produit chez l'acheteur plusieurs sources sont possibles :</p> <ul style="list-style-type: none">- la conception du véhicule- le véhicule mal nettoyé- le personnel de livraison- par la poussière et la fumée <p>-autres aliments ou produits contenus dans le véhicule</p> <p>Mauvais états du véhicule, ce qui provoque un retard dans la livraison</p>	<p>Le véhicule doit être un véhicule de livraison Il doit d'être conçu de sorte à faciliter le nettoyage Nettoyer le véhicule à près chaque livraison</p> <p>Manipuler la marchandise avec délicatesse pour ne pas déchirer l'emballage et/ou contaminer le produit Doit avoir une bonne hygiène corporelle Fermer hermétiquement les produits livrés en vrac Eviter de déchirer les cartons et les emballages internes Si possible, utiliser un véhicule réservé uniquement pour le transport des produits</p> <p>Pour les véhicules à utilisation multiple, nettoyer à fond, au besoin, désinfecter avant une nouvelle utilisation. Ranger ou mettre des cloisons pour éviter le contact entre les produits</p> <p>Garder le véhicule en bon état et faire des visites.</p>

2. Manuel qualité de type HACCP

Les aliments de la ferme peuvent être contaminés de différentes manières et à des niveaux qui peuvent provoquer des maladies plus ou moins grave (tel que par exemples troubles digestifs et nerveux, fièvre, vomissements, blessures étouffements, ..), voir entraînant la mort.

Pour maîtriser ces risques à chaque étape de production au sein d'une ferme de spiruline, le manuel qualité basé sur les principes de la démarche HACCP de la ferme Nayalgué servira d'exemple.

Introduction

La ferme de Nayalgué est un établissement agroalimentaire Burkinabé qui produit de la spiruline. C'est le fruit d'un projet né d'un partenariat triparti entre le gouvernement Burkinabé représenté par le Ministère de la Santé, le Diocèse de Koudoukou représenté par l'OCADES-CARITAS et l'ONG française TECHNAP. Les produits de cette ferme sont distribués à prix humanitaires, commercialisés localement ou exportés.

Dans le but de garantir la salubrité et la qualité des produits de la ferme Nayalgué, un manuel qualité type HACCP sera élaboré.

2.1 Equipe HACCP

Pour élaborer le programme et créer les conditions de sa mise en œuvre, la ferme de Nayalgué a constitué une équipe HACCP comprenant des personnes travaillant dans l'entreprise et un consultant extérieur.

L'équipe doit être au préalable formée aux Bonnes Pratiques de Production et aux Bonnes Pratiques d'Hygiène. Elle est constituée des membres suivants :

- ❖ Le Responsable d'exploitation, il est chargé de :
 - la supervision des fonctions de production et de gestion qualité, fonction en relation avec l'approvisionnement, la transformation, la commercialisation et la gestion qualité;
 - la centralisation et l'analyse des réactions des clients et des services sanitaires et des suites à leur donner, après concertation avec le conseiller technique si nécessaire;
 - la supervision des actions de sensibilisation/formation du personnel
 - La révision du programme HACCP, en collaboration avec un consultant, pour y inclure toute nouvelle norme ou méthode de contrôle plus performante;
- ❖ Le Responsable de culture, sur le BPP/BPH et la HACCP, il est responsable de :

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

- la sensibilisation du personnel aux règles d'hygiène
- La supervision quotidienne du personnel pour assurer une application rigoureuse des règles d'hygiène corporelle et vestimentaire élaborées par la ferme Nayalgué
- La supervision des activités de nettoyage et désinfection;
- La vérification et l'analyse quotidienne des résultats d'analyse et la coordination de leur traçabilité;
- ❖ le Consultant extérieur ou conseiller technique, il est chargé de :
 - interprétation des analyses chimiques, microbiologiques, et sensorielles des échantillons d'eau, de jus de culture et produits finis ainsi que toutes autres analyses en rapport avec l'amélioration du système de qualité
 - la révision du manuel HACCP
 - l'audit annuel du programme HACCP de la ferme Nayalgué
 - L'assistance technique en matière de formation et d'acquisition d'équipement et de méthodes de contrôle;

Chacun des membres de l'équipe HACCP est responsable de l'exécution de ou des éléments relevant de ses compétences sous la supervision du Responsable d'exploitation et du Conseiller Technique. Quotidiennement, le Responsable d'exploitation valide toutes les actions qu'il juge nécessaire d'entreprendre pour la mise en œuvre du programme en privilégiant toujours les actions qui sauvegardent la qualité et la salubrité des produits. Au besoin, le conseiller technique est consulté pour apporter un avis scientifique et technique concernant les divers aspects de l'application du programme HACCP.

La communication entre les différents membres de l'équipe HACCP est conçue de façon à permettre une rapidité et une complémentarité des interventions. Le ou les membres qui devront être informés du résultat d'analyses ou des contrôles sont identifiés sur les documents et consultés rapidement pour prendre les mesures qui s'imposent.

2.2 Produits fabriqués

La ferme Nayalgué produit de la spiruline séchée et conditionnées. La description du produit est donnée dans le tableau ci-dessous

Description du produit

Nom du produit	Spiruline
Composition	Protéine (60 à 65%), acide gras essentiel, provitamine A (B-carotène), vitamine E, vitamine B12, vitamine K, calcium, magnésium, fer, acide γ -linoléinique
Propriétés physico-chimiques	Taux d'humidité : 7%
Conditionnement	Granulé : sachet aluminium de 25, 50, 500 et 1000g et bidon de 150g Poudre : boîte de gélule de 25g (60 gélules), sachet aluminium de 25, 50, 500 et 1000g et bidon de 150g
Condition de production	Filtration du milieu de culture, pressage, séchage et conditionnement
Condition de stockage et distribution	Stockage à température ambiante. Distribution dans les centres de nutrition infantile, les superettes locales et à l'exportation
Instruction	Dose recommandée : -enfant ; 2 à 5 g/jour (une cuillère à café) -adulte ; 5 à 10 g/jour (une cuillère à soupe) Dose maximale : 40g/jour
Durée de conservation	Douze (12) mois pour les conditionnements en bidon Dix huit (18) mois pour les conditionnements en sachet

2.3 Utilisation prévu

La spiruline de la ferme Nayalgué est un excellent complément alimentaire. Toute personne malade ou bien portante peut la consommer en l'ajoutant à son alimentation quotidienne. La spiruline est

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

particulièrement recommandée en cas de malnutrition, anémie, allaitement, stimulation du système immunitaire.

Elle est également indiquée pour complément des traitements médicaux, en cas d'état immunodépressif, diabète, hypercholestérolémie, infection, drépanocytose. Aussi, elle est conseillée pour les personnes âgées, affaiblies ou convalescentes, les sportifs, ...

2.4 Production

Le plan du site représenté sur la figure N°1 donne la position des différents modules de la chaîne de production et le flux du produit. La figure N°2 représente le diagramme de production

2.4.1 Système organisationnel et structurel de la Ferme Nayalgué

La Ferme Nayalgué est constituée de quatre (4) modules de production (A, B, C et D) et d'un bâtiment administratif.

- Chaque module comprend deux (2) bassins de 200 m² l'un, un atelier réservé à la filtration, au pressage et à l'essorage de la spiruline et un séchoir
- Les modules de production sont sous la supervision de deux (2) Responsables de culture chargés de :

- analyser chaque matin le milieu de culture (température, pH, salinité, niveau d'eau du bassin, concentration en spiruline, fréquence d'agitation, ensoleillement et ombrage, quantité d'exopolysaccharide sulfaté, l'aspect des filaments, apparition d'anomalies)

- apporter les nutriments manquant au milieu de culture
- décider de la production et la quantité de spiruline à récolter
- pré-conditionner les spirulines séchées en salle de moulage

Ils sont également chargés de la supervision des travaux sur le site de production (suivi des règles d'hygiène et de récolte, pointage, etc...)

- Sur chaque module travaillent trois femmes :
 - deux femmes (une par bassin) pour les activités de pompage, filtration et pressage
 - une pour l'essorage et le séchage

Chaque module a un chef d'équipe qui rend compte aux Responsables de culture (quantité récoltée, absence, difficultés remarquées, etc...)

- A l'intérieur du bâtiment administratif, ce trouve :

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

- la salle de moulage ou concassage, conditionnement et stockage des produits. Les travaux qui s'y effectuent sont réalisés par deux femmes dans des règles strictes d'hygiène.
- la salle de vente où travaille une femme
- les bureaux du Responsable d'Exploitation et des Responsable de culture, la Comptabilité, la salle de maintenance, le magasin d'intrants, les toilettes et les vestiaires.

Des infrastructures intervenant dans la gestion durable des activités existent également :

- un forage et un réservoir de stockage
- des plaques solaires
- un groupe électrique
- un garage

De plus, des modules de production sont disponibles mais ne sont pas fonctionnels.

2.4.2 Système de production

La production à partir d'un milieu de culture riche en spiruline suit les étapes suivantes :

❖ Analyses du milieu de culture

Ces analyses ont pour objectif de déterminer l'état de la culture. Elles permettent de décider s'il faut récolter, si oui, quelle quantité. Les analyses effectuées sont les suivantes :

- température du milieu de culture, elle doit être comprise entre 20 et 30°C
- pH, il doit être idéalement compris entre 10,5 et 10,88.
- salinité ou densité en sel. La densité est lue sur un densimètre. On se sert d'un tableau d'équivalence (voir spiruline, Techniques pratiques et promesses de Ripley D. FOX) pour avoir la salinité du milieu de culture. La densité d'une bonne culture doit être inférieure à 1,025.
- niveau d'eau du bassin, il est de 20Cm en condition normale.
- concentration en spiruline, le Secchi (appareil de mesure de la concentration en spiruline) doit d'être inférieur ou égal à 3 pour espérer faire une récolte
- observation macroscopique, elle permet de rechercher des anomalies (mauvaise odeur, grumeaux, ...)
- Observation microscopique, elle permet de déterminer l'état physique de la spiruline (nombre de spires, longueur, la forme, la couleur).

La récolte n'a lieu que lorsque les analyses sont concluantes.

❖ Pompage

C'est la première étape proprement dite de la production à partir d'un milieu riche en spiruline. Cette étape est réalisée après l'arrêt de l'agitateur pour éviter de mettre en suspend les corps étrangers (insectes, grumeaux, laves, la boue, ..). Le milieu de culture est aspiré à l'aide d'une pompe installée dans le bassin. L'aspiration à lieu au milieu du bassin, cela évite à la fois, les boues du fond et les corps étrangers flottant (feuilles, insectes,..).

❖ Filtration :

La culture subit une double filtration. La première à lieu sur un filtre ou filet en inox (maille de 500 μ) maintenu par un cadre en bois. Cette filtration permet de retenir les grumeaux, les insectes, les laves et les feuilles. La seconde filtration se fait sur le tissu de récolte à mailles plus fines (environ 30 μ m) qui retient la spiruline et laisse passer le jus qui retourne dans le milieu de culture. Pour faciliter le passage du jus, il faut remuer constamment la culture pour décolmater les mailles du tissu et mettre la spiruline en suspend dans le milieu.

❖ Rinçage et essorage :

La spiruline emprisonnée dans le tissu de récolte est essorée, rincée à l'eau salée puis essorer à nouveau. L'essorage consiste à enlever une partie de l'eau contenue dans la spiruline en retournant plusieurs fois à l'aide d'une pelle en plastique le mélange eau-spiruline. La spiruline essorée est une pâte très visqueuse. Le rinçage consiste à mélanger la spiruline avec de l'eau salée, ce qui évite le choc osmotique (même concentration que le milieu de culture) et améliore le goût.

Ces étapes (pompage, filtration, rinçage et essorage) ont lieux de 7 h à 10 h. A cette période, le taux de protéine est élevé, également pour des raisons de séchage car le mode de séchage le plus utilisé est l'air sec ambiant.

❖ Pressage

La spiruline essorée est pressée par vague de 5,6 ou 7 kg en fonction de la quantité à récolter, la concentration du milieu de culture, l'organisation personnelle du travail. Elle est enveloppée dans un tissu et mis sous presse. Le tissu emprisonne la spiruline et laisse passer le jus. Le pressage est terminé lorsque le jus s'écoule goutte à goutte. Cette opération dur environ 15 à 20 mn. La spiruline est pesée à la fin de la presse. La spiruline pressée doit peser entre 40 et 45% de sont poids d'origine.

❖ Extrusion

Elle consiste à charger la spiruline dans une extrudeuse et l'étaler en spaghetti sur des claires en inox. Les extrémités (les coudes) des spaghettis sont coupées car pendant la manipulation, la spiruline s'empile ou se surcharge à ce niveau. Les claires sont placées au fur et à mesure dans un chariot. Cette opération permet d'accélérer le séchage évitant ainsi la fermentation du produit.

❖ Séchage

Le chariot est conduit dans le séchoir où la spiruline est séchée pendant 7 à 10H, en fonction du climat et/ou de la source de chaleur utilisée. Le séchoir fonctionne selon deux principes :

- D'un coté du séchoir, l'air ambiant sec est soufflé sur le produit par des ventilateurs. Cet air ressort chargé en eau contenu dans la spiruline de l'autre coté. Ce mode de séchage est plus économique et plus propre. Il est utilisé en temps de forte chaleur et de faible taux d'humidité.

- Un coté du séchoir est fermé. Des bruleurs à gaz sont allumés à l'intérieur du séchoir. Puis, la chaleur interne du séchoir est soufflée sur la spiruline par des ventilateurs. Enfin, l'air sort de l'autre coté du séchoir humidifié par l'eau contenue dans la spiruline. Cette source de chaleur est utilisée lorsqu'il pleut ou en temps de forte humidité.

Pour des raisons de traçabilité, chaque module à son séchoir.

❖ Ramassage et pré-stockage

Cette étape est réalisée par module pour une question de traçabilité. La production de spiruline du jour est ramassée et mise dans un seau. Elle est ensuite renversée dans un fût en plastique contenant la production de la semaine du module en question, en salle de moulage.

❖ Moulage ou concassage

Les produits sont traités par semaine de production. Le moulage consiste à broyer à l'aide d'un moule la spiruline en poudre. Le concassage permet de broyer manuellement la spiruline en granulée. L'une et/ou l'autre de ces activités se fait en fonction des commandes.

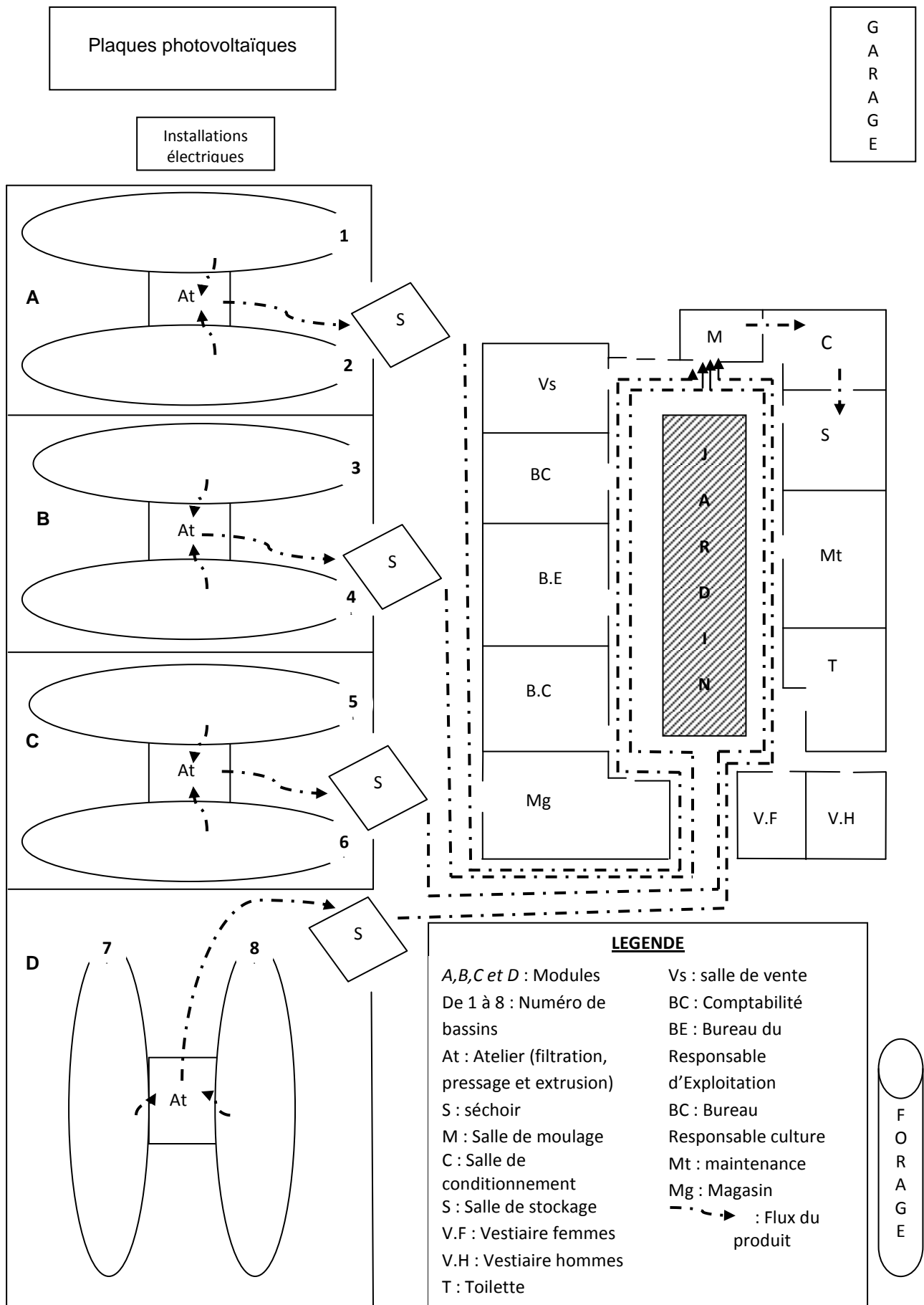
❖ Conditionnement

Les granulés ou la poudre de spiruline sont conditionnés en sachet aluminium et/ou en bidon, hermétiquement fermés. La poudre est également mise en gélules et conditionnées en bidon de 60 gélules. La spiruline (poudre ou granulé) est pesée à l'aide d'une balance électrique, puis mis dans le sachet, la pochette ou le bidon. Enfin, les sachets et les pochettes sont thermo soudés et les bidons fermés étanchement.

❖ Stockage

Les sachets et les bidons sont conservés sur des étagères dans une salle aérée à l'abri de la lumière et la poussière en attendant leur utilisation ultérieure.

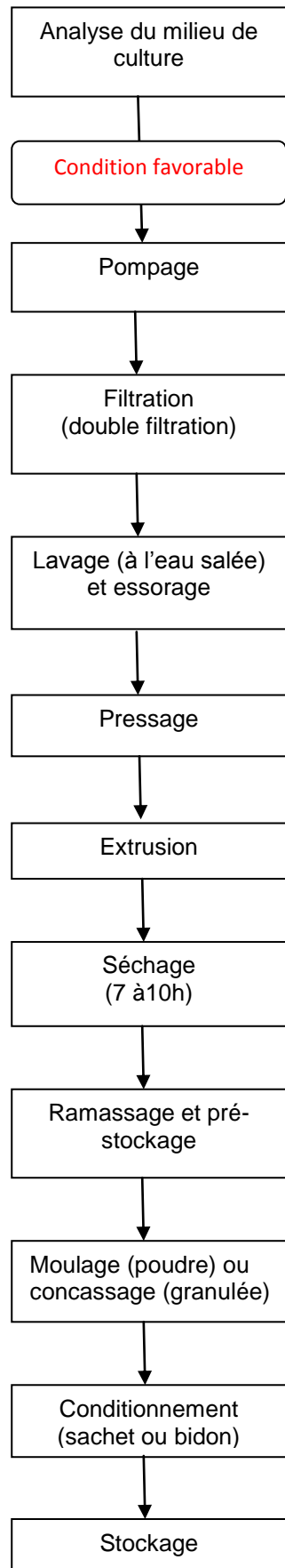
Figure N°1 : Flux du produit et plan de la ferme Nayalgué



G
A
R
A
G
E

F
O
R
A
G
E

Figure N°2 : Diagramme de production



2.5 Analyse des dangers

Tous les dangers potentiels qui pourraient menacer la santé du consommateur, la qualité marchande du produit fini et provoquer une défaillance pendant la production ou le stockage, ont été identifiés.

Pour ce faire, l'équipe HACCP s'est aidée de:

- l'expérience de la Ferme Nayalgué dans ce domaine (remarques du personnel, plaintes et remarques de ses clients)
- l'expérience de ses consultants extérieurs (membres de l'équipe HACCP)
- et des informations scientifiques et techniques disponibles dans des ouvrages traitant de la spiruline. Il s'agit notamment des ouvrages suivants:
 - Jean-Paul JOURDAN (dernière mise à jour 1/3/2006), Cultivez la spiruline : Manuel de culture artisanale pour la production de spiruline, 146 pages
 - Ripley D. FOX, Spiruline : Techniques pratiques et promesses

Les données disponibles ont également permis d'appréhender la sévérité de chaque danger et sa probabilité de manifestation (ou risque). Cette analyse des dangers sera revue au moins une fois par an ou à chaque fois qu'il est nécessaire.

Les mesures de maîtrise et préventives appropriées ont été identifiées suite à l'identification de la cause de chaque danger. Celle-ci varie selon le niveau d'apparition du danger sur le diagramme de production. Elle peut être une contamination (physique, chimique ou microbiologique), la survie de germes pathogènes ou d'altération, la production ou la persistance de toxines ou d'autres produits indésirables du métabolisme microbien.

Le tableau N°29: Analyse complète des dangers

Danger	Sévérité*:	Risque	Mesure(s) préventive(s)/ de maitrise
1. Mauvais état de la spiruline ou spiruline stressée	+		<ul style="list-style-type: none"> - Pas de récolte ou récolte revue à la baisse - apporter en nutriment manquant - veiller sur le milieu de culture pas des analyses préventives - vérifier l'agitation - purger le milieu de culture
2. Conditions physico-chimiques inappropriées du milieu de culture	+		<ul style="list-style-type: none"> - apporter du bicarbonate, du sel, l'azote et tous autres éléments chimiques manquants - purger le milieu de culture - veiller à l'évacuation de l'eau douce en cas de forte pluie
3. Produit fini altéré ou ranci suite au non respect des conditions d'emballage et/ou de conditionnement	+++		<ul style="list-style-type: none"> - l'emballage ne laisse pas passer de lumière et est hermétiquement fermée - le stockage respecte les Bonnes Pratiques de Stockage (BPS)
4. Produit fini altéré suite à une mauvaise extrusion et séchage	++++		<ul style="list-style-type: none"> - Eviter un amas de spiruline sur les claires en coupant les coudes - Utiliser les bruleurs à gaz lorsque le temps est humide et pas ensoleillé
5. Présence de germes suite à un non respect des règles BPH	++++		<ul style="list-style-type: none"> - Formation et sensibilisation du personnel aux BPH - autocontrôle des règles de BPH par le personnel
6. Produit fini altéré à cause des contaminations par le milieu environnant	+++		Respect des BPH du plan de travail, l'air, gestion des ordures, programme de désinfection et de dératisation

+: Très faible, ++: faible, +++: moyen (ne), ++++: élevé (e), +++++: très élevé (e).

*: La sévérité dans ce cas doit être considérée de par son impact économique à cause de saisie ou du rejet du produit.

2.6 Identification des points critiques

Une fois les dangers analysés, leurs niveaux d'apparition pendant la production et leur impact identifiés, il a été procédé à l'évaluation de chaque étape du diagrammes de production pour savoir si c'est un point critique ou non, et ce pour chaque danger. Pour l'identification des points critiques, l'équipe HACCP a utilisé l'arbre de décision du Codex Alimentarius

Il est important de noter que dans la production de spiruline, tous les dangers microbiologiques et chimiques sont des points critiques car aucune étape ne permet de supprimer ou de ramener à un niveau acceptable l'un de ces dangers.

Quand aux dangers physiques, toutes les étapes après la filtration dans le cadre en bois (première filtration) sont des points critiques à contrôler.

2.7 Etablissement des limites critiques

A chaque étape considérée critique, des limites critiques ont été définies. Celles - ci permettent de voir si la mesure de maîtrise du danger considéré a été appliquée convenablement ou non. A cet effet, il a été fait appel aux informations scientifiques et techniques déjà publiées et à l'expérience de chacun des membres de l'équipe HACCP dans le domaine. Autant que possible, les limites critiques ont été choisies de façon que leur dépassement indique le glissement vers une zone dangereuse, mais bien avant l'apparition du danger (voir tableau N°30).

2.8 Définition d'un système de surveillance.

Pour vérifier que les limites critiques ne sont pas dépassées, les mesures et les observations à noter à chaque point critique ont été définies. Les méthodes d'analyse utilisées sont les méthodes reconnues pour le contrôle de routine des produits alimentaires en généra l et de la spiruline en particulier. Pour chaque points critiques, il a été déterminé, quand, comment et qui doit effectuer les mesures de contrôle. Ces précautions sont décrites en détail dans le tableau N°30.

2.9 Etablissement d'un plan d'actions correctives

Les mesures correctives, qu'il faut mettre en place lorsque la surveillance révèle la tendance vers ou le dépassement d'une limite critique donnée, ont été identifiées. Toutes ces mesures sont compilées dans le tableau N°30

2.10 Procédures d'enregistrement des résultats et des mesures correctives

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

Les formulaires 1 à 9 (voir annexe) sont utilisés pour enregistrer tous les résultats d'analyse effectuées, et ce pour vérifier la bonne application de chaque mesure de maîtrise à chaque point critique. Le formulaire 9 est un modèle utilisé pour décrire toute mesure corrective qui aura été déclenchée, la personne qui a été responsable de son application et la ou les personnes qui l'ont autorisée.

L'équipe HACCP a développé des formulaires aussi simples que possible, qui décrivent succinctement les contrôles effectués et les résultats obtenus, les mesures correctives appliquées et les responsables d'analyses, de la validation des résultats et des mesures correctives ainsi que le circuit de distribution de ces formulaires pour une meilleure communication au sein de la Ferme Nayalgué.

2.11 Procédure de vérification/révision du programme HACCP

La procédure développée par la Ferme Nayalgué pour réviser et valider les programmes HACCP mis en œuvre consistera à procéder annuellement à:

- L'exploitation régulière des résultats d'analyses effectuées par les cadres d'un laboratoire local et le personnel de la ferme sur le milieu de culture, l'eau, le plan de travail et le produit fini. Ces données vont permettre une meilleure connaissance de:
 - la qualité de l'eau, le milieu de culture et le produit fini
 - l'état physiologique de la spiruline,
 - le niveau et l'origine de la contamination du plan de travail.
- En cas de résultats indiquant une déviation ou un glissement loin des exigences de qualité de la Ferme Nayalgué, une analyse détaillée des documents, et éventuellement des contrôles renforcés aux points critiques concernés seront enclenchés pour cerner la ou les causes de la déviation et y remédier.
- L'analyse des remarques des clients est prise en considération pour réviser les programmes HACCP.
- La compilation de tous les résultats d'analyse effectués à chaque point critique en vue d'évaluer l'efficacité de tous les contrôles, de réviser leur fréquence, de réviser les fournisseurs d'intrants (bicarbonate, sel, azote, emballage, ...) et de renforcer la formation du personnel. Les fournisseurs sont classés selon leur fiabilité et la fréquence de contrôle de leurs produits sera revue en conséquence (fréquence de contrôle renforcée pour les défaillants).
- La réalisation d'un audit annuel par le conseiller technique. Celui-ci procédera à:

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

- l'audit de l'exercice HACCP annuel par analyse des registres documentaires et entretien avec tous les membres de l'équipe HACCP,

- l'audit du programme de maintenance de l'équipement,

- l'audit de la maintenance et du calibrage des appareils de mesurage, l'audit et le calibrage des méthodes d'analyses au laboratoire.

A l'issue de cet exercice d'audit, une réunion est tenue avec tous les membres de l'équipe HACCP et les résultats de l'audit sont présentés et discutés en vue d'apporter les rectificatifs nécessaires. Cette réunion est également l'occasion pour présenter les récents développements technologiques et techniques (normes, méthodes d'analyse,...) dans le domaine. Un rapport détaillé de l'audit et un procès verbal de la réunion sont dressés et conservés par la Ferme Nayalgué.

2.12 Plan HACCP

Le document contenant les étapes de la démarche HACCP, les formulaires d'enregistrement, les bulletins d'analyses, le rapport détaillé de l'audite, le procès verbal de la réunion des membres de l'équipe HACCP et tous autres documents font partis du Plan HACCP. Ils sont conservés dans les archives de la Ferme Nayalgué. Le tableau n°30 contenant le plan HACCP pour la maîtrise de la qualité sanitaire de la production de spiruline au sein de la Ferme Nayalgué fait également parti de la documentation.

Remarque :

Le manuel qualité tel que rédigé montre que la ferme Nayalgué respecte les conditions d'hygiène sanitaire. Elle a donc un avantage considérable sur une mise en place d'une certification ISO 22000 qui prend en compte la démarche HACCP. Pour une éventuelle certification, il faut une inspection d'un organisme certificateur.

Il peut également servir aux autres fermes pour la mise en place de leur démarche qualité.

Tableau N°30: Plan HACCP pour la maitrise de la qualité sanitaire de la production de spiruline au sein de la Ferme Nayalgué

Points critiques de maitrises	Dangers	Mesure(s) de maitrise	Limite(s) critique(s)	Méthode de contrôle			Mesure(s) corrective(s)	Formulaire d'enregistrement
				Quand	comment	Qui		
Personnel	Contamination des produits pendant la l'élaboration	Visite médicale à l'embauche et suivi médicale	Employé apte à manipuler les produits alimentaires	Au moins une fois par an	Visite médicale	Médecin agréé par office de la santé des travailleurs	Ne pas embaucher toutes personnes inaptes à manipuler les produits alimentaires	Visite médicale d'embauche et de suivi des employés
		Formation et sensibilisation aux règles d'hygiène	Employés sensibilisés et comprenant les règles d'hygiène	A l'embauche et une fois pas an	Evaluation de la formation et suivi des respects des BPH	-Responsable HACCP -Responsable de culture	Resensibiliser et ne pas autoriser toutes personnes incompétentes à manipuler les produits	Rapport de session de formation avec programme, participants et principales remarques
		Application des règles d'hygiène	Application satisfaisante	Chaque jour	Vérification visuel de l'hygiène corporelle et vestimentaire	Responsable de culture	Rappeler les règles d'hygiène, avertissement. Sinon ne pas autoriser à manipuler les produits	Formulaire de contrôle de l'hygiène du personnel. Evaluer ce formulaire et celui des mesures correctives chaque jour.
Locaux et équipements de production	Contamination des produits pendant la l'élaboration	Maintenance des équipements et nettoyage désinfection des locaux pour être conforme aux règles d'hygiène	Locaux et équipement conforme	-locaux : en fin et depuis de production -Equipement autant que nécessaire	Inspection détaillée des équipements et des locaux	Responsable de culture	Effectuer les réparations et le nettoyage nécessaire avant chaque production	Rapport d'inspection de l'installation et des locaux et recommandations de leur maintenance

Tableau N°30: Plan HACCP pour la maitrise de la qualité sanitaire de la production de spiruline au sein de la Ferme Nayalgué (1)

Points critiques de maitrises	Dangers	Mesure(s) de maitrise	Limite(s) critique(s)	Méthode de contrôle			Mesure(s) corrective(s)	Formulaire d'enregistrement
				Quand	comment	Qui		
Nettoyage, désinfection et désinfection des locaux et des équipements	Survie de germes sur l'équipement et les locaux	Application du programme de nettoyage et désinfection	Nettoyage et désinfection appropriés	-Chaque Nettoyage et désinfection -une fois an	-visuel -Analyse microbiologie	-Responsable de culture -Conseiller technique	-Refaire le nettoyage et la désinfection -Revoir le programme de nettoyage et de désinfection	-Formulaire pour contrôle du nettoyage et désinfection. -Formulaire des mesures correctives - Rapport de contrôle du conseiller technique
Eau	Contamination du produit, équipements et locaux	-Analyse physico-chimique et microbiologique de l'eau de forage - Traitement de l'eau par le chlore	- Conforme aux exigences de l'ONEA ⁵ -Chlore résiduel 1 à 2ppm	- Une fois par an -Chaque traitement	-Conforme aux exigences des laboratoires certifiés -Papier à chlore	-Laboratoire certifié par le Ministère de la santé -Responsable de culture	-Traitement adapté de l'eau -Refaire le traitement	-Rapport de contrôle de l'eau du conseiller technique -Fiche de contrôle de l'eau. -Fiche des mesures correctives.
Pompage	Brisure de la spiruline	Bon débit de la pompe			Visuel		Changer de pompe	Formulaire de maintenance des appareils
	Forte production de mousse	-Bon débit de la pompe et diamètre du tuyau approprié -Récolter avant un fort ensoleillement	Avant 10h	Chaque jour	Forte production de mousse dans le tissu de récolte	Chef d'atelier	- Changer la pompe - Revoir le planning de production	-Notice de l'appareil - Planning de production

⁵ ONEA : Office Nationale de l'Eau et de l'Assainissement

Tableau N°30: Plan HACCP pour la maitrise de la qualité sanitaire de la production de spiruline au sein de la Ferme Nayalgué (2)

Points critiques de maitrises	Dangers	Mesure(s) de maitrise	Limite(s) critique(s)	Méthode de contrôle			Mesure(s) corrective(s)	Formulaire d'enregistrement
				Quand	comment	Qui		
Filtration et essorage	Présence de grumeaux et corps étrangers sur le tissu de récolte	-Mailles du premier filet adaptées -filet en bon état	-Environ 300µ -un filet tous les 5 ans	Chaque matin	Visuel	Chef d'atelier	Changer le filtre	Fiche d'inventaires des accessoires de travail
	Présence de spiruline dans le jus de culture	-Mailles du tissu de récolte adaptées -Tissu de récolte en bon état	-Entre 25 et 50µ -un tissu tous le 6 mois -Le jus est vert foncé	Chaque matin,	Visuel	Chef d'atelier	Changer le tissu de récolte	Fiche d'inventaires des accessoires de travail
	Biomasse sous forme de crème collante	-Fort taux de spiralée -Ensoleillement généreux -Faible vitesse de croissance -Taux de matière organique dissoute approprié	-Au moins un quart de spiralée -12h/jour d'ensoleillement - dédoublément toutes les 7h -Salinité 13g/l et alcalinité 0,1 N ⁶	Chaque matin,	-Visuel (œil nu et microscope optique) - A l'aide du densimètre et du pHmètre	Responsable de culture -Chef d'atelier	Reensemencement du milieu de culture -Pas de récolte -Réajustement du milieu de culture	Formulaire d'analyse des Responsable de culture. Evaluer ce formulaire et celui des mesures correctives une fois/jour.
pressage	L'eau ne s'égoutte pas	-Fort taux de spiralée -Ensoleillement généreux -Faible vitesse de croissance -Taux de matière organique dissoute approprié	-Au moins un quart de spiralée -12h/jour d'ensoleillement - dédoublément toutes les 7h -Salinité 13g/l et alcalinité 0,1 N	Chaque matin	-Visuel (œil nu et microscope optique) - A l'aide du densimètre et du pHmètre	- Responsable de culture -Chef d'atelier	- Reensemencement du milieu de culture -Pas de récolte -Réajustement du milieu de culture	Formulaire d'analyse des Responsable de culture. Evaluer ce formulaire et celui des mesures correctives une fois/jour.

⁶ N : molécule-gramme/litre

Tableau N°30: Plan HACCP pour la maitrise de la qualité sanitaire de la production de spiruline au sein de la Ferme Nayalgué (3)

Points critiques de maitrises	Dangers	Mesure(s) de maitrise	Limite(s) critique(s)	Méthode de contrôle			Mesure(s) corrective(s)	Formulaire d'enregistrement
				Quand	comment	Qui		
Rinçage	Contamination de la biomasse par l'eau	Analyser l'eau utilisée	Conforme aux exigences de l'ONEA	Une fois par an	Conforme aux exigences des laboratoires certifiés	Laboratoire certifié par le Ministère de la santé	Traitement adapté	Rapport de contrôle de l'eau du conseiller technique
	Destruction des cellules de la spiruline	Concentration en sel voisine de celle du milieu de culture	Salinité 13g/l	Chaque jour	Test de salinité	Responsable de culture	Refaire le dosage	Fiche de mesures correctives
Extrusion	Amas de spaghettis	Bon formation du personnel chargé de l'extrusion.	Spiruline en spaghettis	Chaque jour	Visuel	Chef d'atelier	Refaire d'extrusion	Fiche du personnel
Séchage	Altération du produit à cause d'un séchage insuffisant	Surveiller le temps et la température de séchage	40°C pendant 7 à 10h	Chaque jour	Visualiser le pHmètre et le thermomètre	Responsable de culture	Corriger le défaut et refaire le séchage	Fiche des mesures correctives
stockage	Altération du produit à cause d'un emballage défectueux ou inapproprié.	Utiliser des emballages alimentaires solides ne laissant pas passés la lumière	-Conforme au cahier de charge de la commande des emballages. 2% de défectueux	-Pendant l'achat -Chaque jour -Chaque mois	Visuel	-Responsable achat -Chef de l'équipe emballage -Responsable de culture	-Changer de fournisseur -Retour de l'emballage -Reconditionner si possible sinon écarter	-Cahier de charge -Fiche de mesures correctives
	Altération du produit à cause de mauvaise condition de stockage	Respecter les conditions de stockage	-Température inférieur à 20°C -salle aérée	Chaque jour	Sensoriel ou visualiser le thermomètre	Responsable de culture	-Revoir les conditions de stockage -Reconditionner si possible, sinon écarter	

3. la traçabilité

La traçabilité des produits de la Ferme Nayalgué est effectuée par lot de production hebdomadaire. Pendant toute la semaine, la production est stockée dans des récipients hermétiquement fermés. La semaine suivante, la production est conditionnée et stockée. Son but est de suivre la production en ayant des informations sur les quantités, la méthode et le personnel à chaque étape de production.

Pour ce faire, le document prendra en compte les trois types de traçabilité et traitera en exemple le lot 11NG17C.

3.1. Traçabilité personne

Elle permet de connaître, à chaque étape, les personnes qui ont travaillé sur le produit pendant sa durée de production. Son but est de situer les responsabilités d'une déviation et donc de responsabiliser le personnel.

Au sein de la Ferme Nayalgué, elle reste la même toute l'année sauf en cas d'absence, de vacance ou de permission. Les mêmes personnes sont utilisées aux mêmes postes toute l'année.

Cette traçabilité se fait comme suite :

- Trois femmes sont pointées chaque jour par le chef d'équipe et supervisées par un Responsable de culture travaillant sur le module A
- Un Responsable de culture qui s'occupe du ramassage de la spiruline dans le séchoir du module A et du stockage en salle de pré-conditionnement. Il est pointé par le Responsable d'Exploitation
- Deux femmes, pointées par le Responsable culture, conditionnent et stockent la production de la semaine.

3.2 Traçabilité méthode ou production

Elle énumère les étapes de production. Elle permet le bon déroulement de la production.

La méthode de production est la même sur toute la Ferme Nayalgué et a été détaillée dans le manuel qualité.

3.3 Traçabilité produit

La traçabilité produit permet d'avoir les quantités à chaque étape de production. Elle permet le suivi et le bon déroulement de la production grâce des calculs de rendements.

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

La traçabilité du lot de la semaine du lundi 25 au vendredi 29 avril 2011, du module C, débute véritablement après l'essorage et suit les étapes suivantes.

3.3.1. Essorage

Le module C est composé des bassins 5 et 6. Les pesées se font séparément

Date	Quantité de spiruline du bassin N° 5 (kg)	Quantité de spiruline du Bassin N°6 (kg)
25/04/2011	Pas de récolte	Pas de récolte
26/04/2011	30	20
27/04/2011	35	20
28/04/2011	30	15
29/04/2011	25	15

3.3.2 Pressage

Les pesages se font par bassin

Date	Bassin N°5		Bassin N°6	
	Entré	sortie	Entré	Sortie
25/04/2011	Pas de récolte	Pas de récolte	Pas de récolte	Pas de récolte
26/04/2011	30	12,9	20	8,2
27/04/2011	35	15,9	20	8,6
28/04/2011	30	13,6	15	7,2
29/04/2011	25	11,3	15	6,7

3.3.3 Extrusion

A cette étape, les productions des bassins 5 et 6 sont mélangées.

Date	Bassin N°5	Bassin N°6	Total
25/04/2011			
26/04/2011			
27/04/2011			
28/04/2011			
29/04/2011			

3.3.4 Séchage

Le séchage provoque une perte en eau. La spiruline pesée au ramassage.

Date	entrée	Sortie
25/04/2011		
26/04/2011		5
27/04/2011		5,5
28/04/2011		4,5
29/04/2011		4,2

3.3.5 Pré-stockage

La production de la semaine est mélangée dans un seul fût.

Entré		Sortie	
Date	Quantité	Date	Quantité
25/04/2011		Du 25 au 29 avril 2011	19,200
26/04/2011	5		
27/04/2011	5,5		
28/04/2011	4,5		
29/04/2011	4,2		

3.3.6 Conditionnement

La production de la semaine est pesée à l'aide d'une balance de précision, puis conditionnée selon la demande des clients. La Responsable du conditionnement ne connaît pas la quantité obtenue par le Responsable de culture pour des raisons de transparence. Il existe souvent des écarts qui peuvent être positifs ou négatifs.

Concernant le lot du jour, l'écart est positif (19,2kg contre 19,95kg avec la balance de précision).

Entré	Sortie		
	Capacité de l'emballage	Nombre de sachet	Total
19950	1000	19	19000
	500	1	500
	150	3	450
	50	0	0
	25	0	0

3.4. Lecture du N° de lot

Sur l'emballage, l'inscription du N° de lot est sous cette forme 11NG17C. Ce qui signifie :

- 11 : l'année de production est 2011
- NG : Les initiales du non du la Ferme Nayalgué
- 17 : le numéro de la semaine dans l'année
- C : le module d'où vient la production.

En somme, la lecture du lot N° 11NG17C signifie que cette production vient du module C de la ferme Nayalgué. Elle a été produite la 17^{ème} semaine de l'année 2011.

Remarque :

Avant la fin de la rédaction du rapport, la ferme Nayalgué avait changée son système de traçabilité. Elle conditionne maintenant les productions par jour.

II. GUIDE DE COMMERCIALISATION

Introduction

Ce guide d'aide à la commercialisation est rédigé pour aider les exploitants de ferme de spiruline à commercialiser leur produit. Il est basé sur le guide de commercialisation de l'anacarde publié par RONGEAD.

1. les autorisations

Les autorisations pour la production et la commercialisation de spiruline sont différents d'un pays à l'autre.

Au Burkina Faso, une autorisation de mise sur le Marché des Médicaments issus de la pharmacopée traditionnelle délivrée par le Ministère de la santé est suffisante pour produire et commercialiser la spiruline sur tout le territoire burkinabé. Pour les ventes en pharmacie, les fermes n'ont plus besoin d'autre autorisation.

En Côte d'Ivoire, une autorisation du Ministère de la santé permet de produire la spiruline. Pour la commercialiser en pharmacie, il faut une autre autorisation du même Ministère.

En France, la spiruline est considérée comme un complément alimentaire, donc respect la législation des produits alimentaires.

2. Commercialisation Humanitaire

Lorsqu'une ferme doit vendre sa spiruline dans le circuit humanitaire, elle doit prendre en compte les éléments suivants :

2.1 Choix des associations chargées de la vente

Il est important pour une ferme qui à décidé de distribuer son produit dans le circuit humanitaire de bien choisir la ou les association(s) chargée de la commercialisation. Il existe tellement d'association ou ONG locale non crédibles dans les PVD que si le choix est mal fait, la spiruline destinée aux malnutris se retrouvera sur les marchés vendu à moindre prix. La part humanitaire fourni aux associations en dessous du prix de revient viendra concurrencer la part commerciale, ce qui va provoquer la faillite de l'exploitation.

Les associations ou ONG locale de lutte contre la malnutrition et le SIDA, les centres pour enfants malnutris, etc.. qui seront cooptées dans le cadre de cette distribution doivent avoir des années d'existence et plusieurs projets déjà réalisés à leurs actifs.

2.2 Définition du pourcentage et du prix destinés à l'humanitaire

Le pourcentage (%S) et le prix (Ps) destinés au circuit humanitaire doivent être décidés sur la base de calcul et des objectifs du projet. Le calcul doit prendre en compte le Prix de revient de la production

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

(Pr), le prix commercial (Pc), le pourcentage de la vente commercial et la marge de l'exploitation (ME) et utiliser l'équation suivante : $Ps.\%S + Pc.\%C = Pr (100 + ME)$

2.3 Constat de l'efficacité de la spiruline sur les bénéficiaires

En collaboration avec l'association chargée de la distribution de la part humanitaire, la ferme doit mettre en place un plan de suivi pour déterminer l'impact de son action sur la population cible. Les résultats seront utilisés par la ferme pour améliorer ces actions et dupliquer cette expérience dans d'autre structure ou d'autre pays.

3. Commercialisation sur les marches

La commercialisation de la spiruline est réalisée au niveau national et international.

3.1 Commercialisation nationale

3.1.1 Spécifications nationales

Les spécifications nationales sont l'ensemble des examens chimique, microbiologique et physicochimique exigé par la législation du pays où la ferme est exploitée et le produit commercialisé. Ces spécifications diffèrent d'un pays à un autre et sont indispensable pour l'obtention les différentes autorisations.

Spécifications du Burkina Faso et de la France (cf II.2 de la 2^{ème} partie).

3.1.2 Normes sanitaires dans la ferme.

C'est l'ensemble des règlements et des règles que doit respecter une ferme de spiruline pour être en conformité avec la réglementation du pays mais aussi pour son bon fonctionnement. La vérification de cette conformité vis-à-vis des normes du pays est réalisée par les inspecteurs du contrôle de la qualité.

L'inspection est réalisée sur les outils qualité suivants :

- Mise en place des BPH/BPF
- Mise en place d'une démarche qualité
- Analyses annuelle exigées par la législation

3.1.3 Faire une étude de marché

Le but de l'étude de marché est de recueillir des informations quantitatives (chiffrées) et qualitatives (liées aux comportements) en mettant de côté vos impressions premières sur le potentiel marché.

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

En clair, l'étude de marché est un diagnostic ou un « état des lieux » de l'existant à savoir l'offre, la demande et l'environnement. Elle permet après analyse de ces informations, de valider votre idée première ou de la modifier.

Le diagnostic de la situation actuelle dans la filière spiruline s'articule autour de trois grands axes :

a) Etude de la demande (les clients)

Bilan et analyse de la clientèle actuelle : qui sont-ils ? Combien sont-ils ? Que consomment-ils ? En quelle quantité ? Pourquoi ? Comment ? Où ?...

b) Etude de l'offre (la concurrence)

Bilan et analyse de mes concurrents : qui sont-ils ? Où sont-ils ? Que vendent-ils ? Comment ? A qui ? Depuis quand ?... Quels sont leurs points forts et leurs points faibles ?

c) Etude de l'environnement

Qu'en est-il du contexte (international, national ou local) économique, politique et socioculturel ? Qui sont les acteurs de la filière ? Comment pourront-ils s'entraider ?

3.1.4 Fixer le prix de vente

Le prix de vente commercial ne peut augmenter au-delà d'un certain seuil. En effet, il doit tenir compte de la concurrence nationale, du pourcentage alloué à la commercialisation et des objectifs du projet. La fixation du prix de vente doit se faire sur la base de calcul selon l'équation permettant de fixer le prix social.

3.1.5 Choix de la politique marketing

La spiruline est un produit qui n'est pas connu dans les pays en voie de développement. Il faut donc mettre en place une bonne politique marketing pour la faire connaître à un maximum de personne.

L'acceptabilité du produit par la population passe par une bonne politique marketing et des expériences des consommateurs. La ferme peut faire connaître son produit grâce aux participations aux foires, des spots publicitaires, mais surtout à la formation d'agents commerciaux qui iront partout (gares routières, les marchés, les portes à portes, dans les services, etc..) pour vendre en donnant les informations sur le produit directement aux consommateurs.

3.1.6 Définition des lieux de vente

Le produit doit être disponible dans tout le pays. Il est dommageable qu'un consommateur s'habitue au produit puis ait du mal à s'en procurer.

Les points de vente du produit sont les grandes surfaces, les grossistes, les détaillants, les pharmacies, etc...

3.2. Commercialisation sur les marchés internationaux

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

L'accès aux marchés internationaux passe par une relation de confiance entre le client et la ferme mais aussi par le respect de la législation internationale.

3.2.1 Identifier le client

La priorité dans la démarche d'exportation est celle de trouver un client avec lequel collaborer et débiter son expérience à l'international. Les premières années d'export et les premières commandes sont sans aucun doute les moments les plus difficiles pour des exportateurs. Le manque d'expérience, de savoir-faire, de compétences et de moyens est le lot quotidien des débutants.

Aujourd'hui, Internet est le moyen de communication le plus répandu en matière d'exportation. Il permet à tous d'accéder facilement aux informations internationales à moindre coût. Il suffit de naviguer dans les moteurs de recherche en tapant des mots-clés pour trouver des sites ou des contacts de clients potentiels.

D'autre source de recherche de clients existe également, les missions des ambassades, chambre de commerce locale et étrangère, association de producteur de spiruline, certaines ONG, etc...

3.2.2 Prise de contact

Pour établir une relation commerciale sur le long terme, il faut construire une relation personnelle avec le client. Une confiance réciproque doit exister entre le Responsable de la ferme et les acheteurs. La prise de contact et les relances se font par mail ou téléphone.

3.2.3 Identifier les besoins du client

Une fois le contact établi avec un client potentiel, l'objectif est d'identifier son besoin et d'y répondre au mieux afin de le convaincre de collaborer avec vous. Le responsable de la ferme doit aller plus loin en donnant le maximum d'informations. Une fiche technique du produit peut même accompagner le mail d'identification de besoin.

3.3.4 Proposition commerciale

Une fois que le responsable de l'exploitation a obtenu la réponse du client répondant à toutes ces questions, il lui établit un devis. Le prix à l'exportation doit être calculé sur la base de l'équation donnée plus haut.

3.3.5 Préparation de l'échantillon

Les échantillons offrent aux clients une possibilité très tangible de vérifier la qualité du produit que vous proposez.

Faire parvenir un échantillon à un client potentiel influence sa décision d'achat et peut mieux qu'aucun autre argument convaincre de collaborer avec votre ferme.

3.2.6 Connaissance de la législation

Le respect de la législation du pays d'exportation est indispensable. Il ne sert à rien d'exporter un produit qui ne respecte pas la législation du pays où il va puisqu'il lui sera impossible d'entrer dans le pays, ce qui sera une perte pour la ferme.

Chaque pays a une législation qui lui est propre. Pour éviter les Obstacles Techniques au Commerce (OTC), la commission du Codex a mis en place le Codex Alimentarius qui sert de référence dans le domaine agroalimentaire. Toutes les fermes de spiruline doivent donc mettre en place les BPH/BPF et une démarche qualité HACCP pour pouvoir commercialiser leur produit.

3.2.7 Exportation

Pour réussir votre démarche d'exportation, il vous faut une attention particulière à l'ensemble des opérations de transport, de stockage, de manutention, de dédouanement et de livraison à l'acheteur étranger.

La ferme doit obtenir la meilleure solution en qualité et prix pour acheminer la spiruline en toute sécurité et respecter les délais de livraison.

CONCLUSION GENERALE

La mondialisation a entraîné d'innombrables changements de nature à compromettre la position des entreprises africaines, en général et des fermes de spiruline en particulier sur les marchés creusant ainsi le fossé entre les exploitations des pays industrialisés et les pays en voie de développement.

Dans ce nouveau contexte de concurrence mondiale où les clients sont de plus en plus exigeants, les fermes de spiruline des PVD doivent améliorer leur activité grâce à la mise en place de système de management qui incorpore des stratégies de gestion de la qualité et des outils d'amélioration continue qui leur permettent de devenir, ou redevenir, compétitives. Plusieurs fermes dans les PVD (Nayalgue au Burkina, Pahou au Bénin, Ibity à Madagascar) ont déjà montré qu'il est possible de réaliser une ferme autonome et pérenne capable de concurrencer les fermes des pays industrialisés.

De plus, la production de spiruline de qualité reste le meilleur moyen pour convaincre les organisations internationales qui restent encore septique quand à l'utilisation de la spiruline comme moyen efficace de lutte contre la malnutrition. Le Programme Alimentaire Mondiale (PAM) pourrait introduire la spiruline dans son programme de lutte contre la malnutrition, à condition d'avoir (i) des garanties sur la qualité de la production, (ii) des preuves scientifiques de son efficacité pour lutter contre la malnutrition et (iii) qu'elle soit reconnue par une agence de contrôle alimentaire telle la Food and Drug Administration (FDA).

Il est donc important pour les ONG qui croient aux potentiels de la spiruline d'apporter des preuves scientifiques de l'efficacité, de la qualité et de la non toxicité aux organisations internationales pour que la spiruline puisse avoir la place qu'elle mérite dans la lutte contre la sous-alimentation et le développement socio-économique des PVD.

Par ailleurs, la culture de la spiruline est possible en respectant l'environnement. Elle pourrait, dans une certaine mesure, participer à la réduction de la quantité de certains gaz à effet de serre émis dans l'atmosphère. En effet, consommatrice de dioxyde de carbone et productrice d'oxygène lors de sa croissance, la spiruline présente un intérêt évident dans le cadre des mesures fixées lors du dernier Grenelle de l'environnement (octobre 2007). De plus, sa culture fait aussi appel à des formes d'énergies nouvelles, participant ainsi à la maîtrise de l'énergie (séchoirs solaires, panneaux photovoltaïques).

Pour pouvoir explorer entièrement l'immense potentialité de la spiruline et en tirer un maximum de profit, il est important d'envisager les perspectives suivantes :

- Elaborer un guide de production de qualité en collaboration avec tous les acteurs de la filière. Ce guide doit être basé sur des données scientifiques capables de convaincre les organisations internationales mais aussi permettra aux fermes d'apporter la preuve d'une production de qualité à leurs clients.
- Mettre en place une association de producteurs de spiruline (dans les pays où il n'existe pas) capables de faire part des problèmes de la filière aux autorités et ensemble trouver des solutions.
- Faire connaître la spiruline à un grand nombre de personnes.
- Faire des recherches sur les techniques de culture, de façon à trouver des solutions optimales à moindre coût pour chaque étape de la production.
- Optimiser les recherches sur le système intégré qui prend en compte la réduction des gaz à effet de serre et varie les sources alimentaires.

Utilisation des normes qualités comme outils de pérennisation des fermes de spiruline dans les PVD

- Produire à grande échelle de façon à réduire les coûts d'exploitation.
- Apporter un appui technique à la ferme Nayalgué au Burkina Faso pour leur permettre d'avoir la certification ISO 22000 et montrer aux autres fermes qu'il est possible pour une ferme d'un PVD d'avoir cette certification et d'augmenter de façon exponentiel le bénéfice de la ferme.

ANNEXES

Tableau 1 : Site de gisement naturel de spiruline (Extrait de la thèse de JERISOA, culture de la spiruline en eau de mer)

PAYS D'AFRIQUE	SITES
Algérie	Tamanrasset
Tchad	La région du Kanem : les lacs Latir, Ouna, Borkou, Katam, Yoan, Leyla, Bodou, Rombou, Moro, Mombolo, Liwa, Iseirom, Ounianga kebir
Soudan	Cratère du Djebel Marra
Djibouti	Lac Abber
Ethiopie	Lacs Aranguadi, Lesougouta, Nakourou, Chiltu, Navasha, Rodolphe
Congo	Moungounga
Kenya	Lac Nakuru, Elmenteita, Cratère, Natron
Tanzanie	Lac Natron
Tunisie	Lac Tunis
Zambie	Lac Bangweoudou
Madagascar	Beaucoup de petits lacs près de Toliara
ASIE	
Inde	Lac Lonar, un réservoir près de Madurai, une réserve près de Calcutta, Lac Nagpur
Myanmar	Lacs Twyn Taung, Twyn Ma et Taung Pyank
Sri Lanka	Lac Beira
Pakistan	Mares près de Mlahore
Thaïlande	Lacs d'effluents d'une usine de tapioca, province de Radburi,
AMERIQUE DU SUD	
Mexique	Lac Texcoco et Lac Cratère
Pérou	le lac Titicaca
Uruguay	Montevideo, signalé par Arechavaleta in Wittrock & Nordstedt
Equateur	Lac Quiliotoa : cratère de diamètre 1km
AMERIQUE DU NORD	
Californie	Oakland, Key Route Power House, Del Mar Beach, un moulin à huile.
Haïti	Lac Gonâve
République Dominicaine	Lac Enriquillo
EUROPE	
Hongrie	(J. Kiss, 1957)
France	Camargue

Tableau 2 : sites potentiel de gisements de spiruline (Extrait de la thèse de JERISOA, culture de la spiruline en eau de mer)

Pays	Sites
Ethiopie	Lac Abiata
Kenya	Lac Rodolphe, Lac Hannington
Tanzanie	Lac Manyara, Lac Rukua
Zambie	Lac Mweru
Botswana	Makgadikgadi Salt Pans
Namibie	Etosha Salt Pan
Afrique du Sud	Etat Libre d'Orange, près de Vaaldam
Bolivie	Lac Colorado, Pooppo, Challviri, Salar de Uyuni
Chili	Aguas Calientes, Lagunas Brava, Lac Vilama, Salar de Surire
Mauritanie	Côte Sud
Inde	Rann of Kutch, Gujarat
Madagascar	Côte Ouest - Toliara

Formulaire 1 : Fiche des employés

Nom et prénom :

Date d'embauche :

Qualification :

Date de la dernière visite	Résultat de la visite médicale	Formation(s)	
		Date	Type de formation

Responsable de culture :

Formulaire 2 : Contrôle de l'hygiène du personnel

Nom et prénom :

Date et heure	Contrôle visuel	Prélèvement éventuel sur les mains et analyses bactériologiques	Observations

Responsable de culture :

Formulaire 3 : Contrôle du nettoyage et désinfection

Local ou équipement	Date et heure	Contrôle visuel	Résultats de prélèvements éventuels	Observations
Salle de production (ateliers, conditionnement, stockage,..)				
Bassins				
Plan de travail				
Equipement et autres ustensiles				
Sanitaires et locaux annexes				

Responsable de culture :

Formulaire 4 : Contrôle qualité de l'eau

Date et heure du prélèvement	Analyses réalisées	Résultats	Mesure(s) corrective(s)

Responsable de culture :

Formulaire 5 : Contrôle du milieu de culture

Date :

Numéro du bassin :

Analyses	Résultats	Interprétations	Mesure(s) corrective(s)
Température			
Ph			
Salinité			
Niveau du bassin			
Secchi			
Odeur			
Grumeaux			
Nombre de spires			
Longueur			
Forme			
Couleur			
Autres anomalies			

Décision :

Responsable de culture

Formulaire 6 : Contrôle qualité du produit fini

Référence du lot	Analyses réalisées	Résultats	Mesure(s) corrective(s)

Responsable de culture :

Formulaire 7 : Fiche de maintenance des appareils de production

Appareil	Date et heure	Type de maintenance	Etat de fonctionnement

Responsable de maintenance

Responsable de culture

RONGEAD

GNECLIE MAHI ALAIN

Formulaire 8 : Fiche de suivi des appareils de contrôle

Appareil	Date	Résultat	Mesure(s) appliquée(s)	Date du prochain contrôle

Responsable de maintenance

Responsable du milieu de culture

RONGEAD

GNECLIE MAHI ALAIN

Formulaire 9 : Mesure(s) corrective(s) appliquée(s)

Date et heure :

Point critique concerné :

Nature de la déviation :

Mesure(s) corrective(s) préconisée(s) :

Approuvée(s) par :

Appliquée(s) par :

Date et heure du rétablissement de la maîtrise :

Responsable du poste :

Responsable de culture :

RONGEAD

GNECLIE MAHI ALAIN