



SPIRULINA



Aurospirul 

**Simplicity Spirulina Farm
Auroville 605 101
Tamil Nadu - India**

<http://www.auroville.org/health/food/spirulina.htm>

E-mail : spirulina@auroville.org.in



Table des matières

1. Présentation de l'exploitation	3
2. Commercialisation	5
3. Concurrence	6
4. Souche Lonar	8
5. Installations	9
6. Main d'œuvre	11
7. Production	12
7.1. Récolte.....	12
7.2. Pressage	14
7.3. Extrusion	15
7.4. Séchage.....	16
7.5. Cuisson	16
7.6. Préparation des engrais.....	17
7.7. Agitation.....	18
7.8. Ombrage	18
7.9. Purges	18
7.10. Evaporation	19
7.11. Intrants.....	19
7.11.1 Consommation d'eau.....	19
7.11.2 Engrais.....	20
8. Confection des gélules	20
9. Conditionnement	21
10. Analyses	22
11. Conclusion	23
11.1. Perspectives	23
12. Fiche signalétique	23
<i>Systeme ressource</i>	<i>24</i>



1. Présentation de l'exploitation

Cette ferme est placée sur la côte Est du Sud de l'Inde dans le Tamil Nadu, à Auroville près de Pondichéry (fondée par la « mère » disciple de Sri Aurobindo en 1968)

Auroville « international utopian city » est régie par le « Auroville Foundation Act » (loi passée avec le gouvernement indien) dont le but est de veiller à ce que la ville fonctionne et se développe suivant les principes énoncés dans sa charte.

1. Auroville appartient à toute l'humanité et n'appartient à personne. Pour y séjourner il faut être le serviteur volontaire de la Conscience Divine.
2. Auroville est le lieu d'éducation perpétuelle, du progrès constant et d'une jeunesse qui ne vieillit pas.
3. Auroville est le pont entre le passé et l'avenir. Elle profite de toutes les découvertes extérieures et intérieures pour se lancer vers les réalisations futures.
4. Auroville est le lieu des recherches matérielles et spirituelles pour donner un corps vivant à une humanité concrète.

La ville est installée sur un ancien plateau désertique devenu depuis très verdoyant, composée de 4 zones : internationale, culturelle, résidentielle et industrielle. Depuis sa création la communauté comprend 1.800 membres venus de l'Inde et de 35 autres pays, répartis sur plus de 90 lieux de résidence. Les nombreuses activités et recherches portent sur la régénération de l'environnement, l'agriculture biologique, l'énergie renouvelable, les matériaux de



construction, le développement des villages, les artisanats et les petites industries, la santé, l'éducation, les échanges interculturels, C'est aussi une source majeure d'emploi pour les 40.000 habitants des villages environnants.

La ferme a été créée en 1997 par Mr Hendrik Van Poederooijen de nationalité Hollandaise. Située en bordure de mer sur un des sites d'Auroville appelé Simplicity, elle est entourée de petits villages de pêcheurs et d'intouchables, lesquels ne dépendent pas d'Auroville.

Ce site comprend une maison d'habitation (logement d'Hendrik), des guests house, un bâtiment pour l'exploitation et 15 bassins de 25 à 35 m² pour la production de la spiruline. La surface totale exploitée est de 470 m².

Au total Hendrik emploie 11 personnes sur l'exploitation de 7h à 13h (ou plus selon les besoins de l'exploitation) tous les jours sauf le dimanche, jours fériés et absences pour raisons personnelles. L'après-midi est consacré à d'autres activités ne relevant pas de la production de spiruline (confection de colliers et bracelets, fabrication et mise en bouteille d'une boisson fermentée appelée Komboucha, confection des gélules de spiruline).

Le personnel se répartit de la manière suivante :

- 1 assistant, chargé également de la maintenance des installations, de l'expédition des colis, de l'achat de petites fournitures.
- 1 femme pour le conditionnement de la spiruline (collage et préparation des emballages, conditionnement en sachets ou boîtes, préparation des colis, fin du séchage de la spiruline au four).
- 8 femmes « intouchables » très polyvalentes en charge de tout le processus de production (maintenance des bassins, récolte, agitation, pressage, extrusion, séchage, préparation des engrais, voire conditionnement).
- 1 gardien de nuit.

La production annuelle est de 1.300 kg, avec une variation annuelle de +/- 10%, c'est assez stable dans l'ensemble.

La production mensuelle maximum est de 130 kg, soit à peu près 5 kg/j (6 jrs/sem – les jours de pluie). Pendant la mousson (octobre et novembre), la production peut chuter jusqu'à -50%. On atteint une productivité annuelle de 7,6 g/j/m², ou en jours travaillés (250 jrs/an) de 11 g/j/m².

Pour faire face à la demande, la production est complétée par l'achat annuel de 400 kg/an à Madurai.

Au total ce sont 1.700 kg /an qui sont commercialisés.

Ce qui caractérise cette production c'est sa parfaite adaptation à l'économie locale.

En effet contrairement à la France où l'on cherche à automatiser le processus de production pour réduire les coûts de production tout en essayant de conserver une dimension artisanale et en essayant de préserver la qualité nutritionnelle de la spiruline, à Auroville on adapte le processus de production aux matériaux matériels fournitures et à la main d'œuvre disponibles sur le marché. Ce qui rend l'outil de production très différent comme nous le verrons par la suite sans que la valeur nutritionnelle et la productivité soient affectées. Tout est simplifié au maximum, assez rudimentaire et manuel. Disons qu'autant que possible l'énergie électrique



(pas disponible en permanence) est remplacée par le travail manuel, ce qui oriente fortement l'organisation de la production et toute recherche de solution ou évolution. Malgré ces très fortes contraintes, l'entreprise est un exemple de réussite.

2. Commercialisation

La vente est réalisée sous la forme de paillettes, poudre, comprimés et gélules, sous le nom commercial de Aurospirul.

La fabrication des comprimés est sous-traitée car les ventes sont marginales, elles représentent à peu près 1% de la production.

La fabrication des gélules est faite sur place par 3 femmes capables de produire 20.000 gélules /j à l'aide d'une machine manuelle d'une capacité de 300 gélules. A peu près 400 kg de gélules sont vendus. Cela représente le 1/3 des ventes.

La quantité vendue en poudre est 3 fois plus importante que la quantité vendue en paillettes.

Une partie de la production est vendue à l'étranger sans qu'il s'agisse d'export (de gré à gré donc non soumise aux réglementations).



Sri Lanka. Cette organisation dispose d'une ferme de production composée de 18 bassins pour une surface totale de 340 m² et produit à peu près 760 kg/an (productivité de 6 g/j/m²). Le produit de cette exploitation est distribué sous forme de sachet de 2 g aux enfants et femmes enceintes des 18 camps de réfugiés répartis dans le Tamil Nadu.

Offer a également mis au point un programme de formation sur la production de spiruline et mis en service une petite production de spiruline dans chacun des 18 camps de réfugiés. Depuis Offer a ouvert la formation au public et souhaite commercialiser une partie de sa production.

Le site de Navallor, est également un centre de formation sur un système intégré de production agricole (maraîchage, riz, bétail, volailles). Les vaches et les poulets consomment également de la spiruline.

Les techniques employées sont semblables à celles mis au point par Antenna à Madurai. Notons qu'Hendrik a fortement participé au démarrage de leur production.

- Nadakupam près d'Auroville. Ce site est une copie conforme du site d'Auroville, Hendrik les a largement aidés à concevoir et mettre en route leur ferme. La production (36 kg/mois, 4 bassins sur 120 m²) est totalement distribuée dans des écoles. 3 personnes y travaillent.
- Sur la côte entre Auroville et Mahabalipuram, il existe une écloserie de crevettes qui avait monté une petite production de spiruline pour nourrir les larves, mais elle n'a pas su commercialiser son excédent de production et a arrêté toute production depuis.
- Ecopark de Madurai. Situé à Kadachanenthal près de Madurai sur l'exploitation familiale de Mr Deva Manoharan (production d'une quarantaine espèces de poissons d'ornement pour la vente nationale et internationale), il a été créé en 1995 avec le support et l'assistance d'Antenna Technologies à Genève. Sa vocation est humanitaire auprès de la population féminine et infantile en apportant des solutions contre la malnutrition, pour la culture de plantes médicinales, la mise en place de micro crédits et de formations agricoles. La production de spiruline a lieu sur 500 m² de bassins (28 bassins de 18 m²). 8 personnes travaillent à la production pour une production annuelle de 700 kg. La spiruline est distribuée à 2.500 enfants dans des écoles et à des femmes enceintes, le reste de la production est vendue à Auroville. Madurai a été un site modèle et un site d'apprentissage pour l'ensemble des petites exploitations qui ont vu le jour par la suite.

Sur un autre plan, il existe des productions à caractère industrielle en Inde, mais celles-ci n'interviennent pas sur les marchés locaux et ne font pas de ventes directes.



4. Souche Lonar



La souche utilisée est la Lonar, fournie par le site de Madurai (Antenna trust India). C'est une souche indienne provenant d'un lac naturel situé dans la région de Bombay, mais aujourd'hui ce lac est totalement asséché, et seul Antenna Technologies à Genève en conserve un exemplaire. Elle est parfaitement adaptée aux conditions locales, et toutes les productions environnantes l'utilisent.

Cette souche est plus spiralée et plus courte que la Paracas habituellement employée en France. Néanmoins elle se récolte sur un filtre de 50 μm comme pour la Paracas. Elle est cultivée dans des bassins extérieurs sans ombrage. En cas de forte pluie pendant la mousson, des bâches sont tendues au-dessus des bassins. La température du milieu varie entre 28 et 35 °C.

Dans le Tamil Nadu, les producteurs ne procèdent qu'à une agitation manuelle et ceci entre 5 et 8 fois par jour, tous les jours de la semaine, contrairement à ce qui est pratiqué en France où l'on utilise une agitation mécanique permanente ou intermittente.

L'explication semble être la suivante : pendant la journée et après la première agitation du matin, la Lonar se répartie dans toute la colonne d'eau, ce qui n'est pas le cas de la Paracas qui a tendance à se concentrer en surface sans agitation. La souche Lonar semble donc être plus apte à se protéger du rayonnement solaire en évoluant facilement dans la colonne d'eau, alors que la Paracas n'a pas cette faculté et paraît être très fragile à une exposition à un rayonnement lumineux intense comme cela a été constaté dans les serres du Sud de la France. Alors que pour la Paracas on cherche à maintenir une concentration voisine de 2 à 3 cm, pour la Lonar en Inde la productivité semble être meilleure si l'on maintient une concentration voisine de 4,5 à 6 cm (à cause de la répartition dans la colonne d'eau). Les autres fermes environnantes fonctionnent avec une concentration plus élevée voisine de 3 cm mais atteignent une productivité beaucoup plus basse.

Par ailleurs j'ai remarqué à Auroville la présence d'une couche d'eau sans spiruline de 2 à 3 mm d'épaisseur à la surface des bassins. Notons que la culture est 100% spiralée.

Après des années d'exploitation, cette souche apparaît être très résistante et ne pose pas de problème particulier. Pas d'incident de culture ou très rarement sur 1 ou 2 bassins, productivité très stable, résiste à des conditions de culture extrêmes (forte salinité, apport de calcium et de magnésium par l'eau de forage en quantité excessive).

Il est intéressant de signaler qu'après des accidents de « mort subite » dans les exploitations du Burkina Faso, la Paracas a été remplacée avantageusement par la Lonar. En France ce pourrait bien être le cas prochainement, où plusieurs exploitations basculent sur la Lonar pour les mêmes raisons.

5. Installations



Les installations ont évoluées depuis la création de la ferme, aujourd'hui on compte :

- 15 bassins rectangulaires en dur de 25 à 35 m², espacés de 60 cm pour la circulation,
- 1 bureau avec internet et 1 four de cuisson,
- 1 bureau d'accueil de la clientèle avec téléphone,
- 1 pièce pour le conditionnement,
- 1 pièce pour le stockage et la préparation des engrais,
- 1 pièce pour produire la poudre de spiruline,
- 1 pièce pour la production des gélules,
- 1 pièce de stockage du matériel,
- 1 terrasse pour le séchage solaire,
- 1 aire de pressage et de nettoyage des outils.

L'ensemble est très sommaire mais très fonctionnel et en parfaite adéquation avec les moyens locaux et l'utilisation de techniques entièrement manuelles.

Les bassins méritent que l'on s'y attarde un peu plus longtemps.

L'exploitation est située en bordure de plage sur un sol sablonneux, le sol est donc stable.



Les bassins sont construits en briques de terre cuite sans fondation et recouverts d'une couche de ciment. Sur la surface interne des bassins, la couche de ciment est armée à l'aide d'un grillage à poulailler.

Aux extrémités sont dressés des poteaux servant à tendre un câble. En cas de fortes pluies pendant la mousson, une bâche est déployée au-dessus des bassins, supportée par ce câble et fixée à un autre câble au-dessus du sol qui ceinture les bassins. Pour Hendrik, la dimension intérieure idéale d'un bassin est de 3 * 10 m, soit 30 m² (cela facilite les manipulations). La hauteur intérieure est de 50 cm permettant ainsi de recevoir la culture d'un autre bassin.

Ils sont contigus et espacés de 60 cm facilitant ainsi les transferts entre bassins.

Ils sont tous munis d'une purge (tuyau PVC au point bas d'une des 2 extrémités).

Il serait intéressant de fabriquer un caniveau en ciment pour collecter les purges et les amener à la fosse de décantation. Actuellement le milieu de culture s'écoule sur le sol.

Il arrive que quelques petites fissures se forment sur les bassins, elles peuvent être reprises au ciment, mais elles se colmatent pratiquement toujours naturellement.

Les bassins ne sont pas dotés de séparation centrale car l'agitation est manuelle, par ailleurs cela facilite le nettoyage et surtout la récupération des insectes et vers.

Il existe également 6 petits bassins permettant des démarrages de culture.



6. Main d'œuvre

Au total l'exploitation fourni du travail à 11 personnes. La majorité du personnel est constitué de femmes qui viennent du village voisin. Ce sont des intouchables pour la plupart d'une très basse caste qui n'ont pas de qualification ni d'éducation. Ces femmes ne se déplacent pas en dehors de leur village, c'est donc une chance pour elles d'avoir du travail, qui plus est, assez bien rémunéré à comparer de ce qui est pratiqué habituellement.

Néanmoins le coût de la main d'œuvre reste bas, c'est pourquoi elle est préférée à toute automatisation, mais ce n'est pas le seul critère. En effet il faut toujours mettre en balance le coût d'investissement et de maintenance, la disponibilité et la fiabilité du matériel, la consommation d'électricité, sans compter les nombreuses coupures d'électricité qui peuvent rendre inopérant les matériels électriques plusieurs fois par jour.

Le personnel travaille 6 jours/semaine, toute l'année à l'exception d'absences exceptionnelles. Il est donc disponible en permanence. Les femmes sont très polyvalentes, et celles qui sont en charge du conditionnement et de la préparation des engrais ont leur backup, de telle sorte que le processus de production n'est jamais interrompu à l'exception du dimanche, journée pendant laquelle une femme vient seulement agiter les bassins. C'est une forme d'astreinte qui fonctionne par roulement, payée au tarif d'une journée normale.

L'affectation aux postes se fait en fonction de leur capacités. Au poste de conditionnement nous trouvons les plus méticuleuses, au poste de préparation des engrais celles qui sont à l'aise en calcul pour inscrire quotidiennement la quantité produite et préparer les engrais. Viennent ensuite celles qui sont en charge de la récolte, du pressage, de l'extrusion et du séchage. Néanmoins on peut constater que ces dernières ont su acquérir au fil des années un savoir faire concernant la récolte et qu'elles sentent vivre leur culture. De telle sorte qu'elles savent doser exactement la quantité à récolter de chaque bassin, sans qu'elles puissent donner aucune explication précise.

Tout le personnel est très charmant et appliqué à son travail, mais il est important de faire remarquer qu'un suivi quotidien doit être effectué, car les dérives sont rapides. Une personne responsable du suivi serait souhaitable.



7. Production

Sur le fond, le mode de production n'est pas différent d'une exploitation à l'autre, d'un pays à l'autre. Ce sont les méthodes qui changent, adaptées à la taille de l'exploitation, à la main d'œuvre et au matériel que l'on peut trouver sur place.

Nous allons donc découvrir dans les sous-chapitres suivants, les méthodes qui sont employées.

7.1. Récolte



La spiruline est récoltée tous les jours sauf le dimanche.



La récolte est effectuée au-dessus des bassins à l'aide d'un cadre posé sur 2 bouts de bois. De la moustiquaire est fixée par des clous au fond du cadre, l'ensemble sert de support au filtre de 50 µm qui est déposé par dessus. Une sorte d'épuisette servant de préfiltre est maintenue par dessus avec une baguette en bois. Le filtre utilisé est du même genre que celui employé en France, à savoir de la toile pour imprimer les T-shirts.

En principe une personne s'occupe de plusieurs cadres de récolte en même temps, pendant que l'un se vide, on en remplit un autre. On optimise encore en déposant 2 cadres sur chaque bassin. Une fois la biomasse égouttée, elle est raclée avec une pelle en plastique, et stockée dans un seau.





Les femmes qui travaillent sur l'exploitation sentent lorsque la récolte d'un bassin est terminée. Intuition, feeling, ... ? Elles ne savent pas l'expliquer, toujours est-il qu'elles ne vont jamais récolter intensivement un bassin dont la concentration est faible, ni faire des récoltes excessives. On s'aperçoit que sans aucun instrument, elles maintiennent dans les bassins une concentration moyenne en spiruline très stable. Elles maîtrisent certainement inconsciemment le temps de passage d'une spiruline normalement concentrée dans le filtre, c'est un savoir faire acquis au fil des années de pratique.

Une fois l'opération d'écopage terminée, elles reversent la totalité de la biomasse récoltée sur le filtre pour un rinçage à l'eau claire. En l'occurrence ici, avec l'eau du forage.

Puis elles nettoient les filtres et préfiltres dans le milieu de culture, avant de terminer le lavage à l'eau claire. Le milieu de culture est fréquemment utilisé pour des opérations de nettoyage, comme par exemple des pièces de bois que l'on va laisser tremper au moins une nuit.

7.2. Pressage

La spiruline une fois récoltée est soumise à un pressage pour l'essorer. L'essorage n'est pas aussi puissant que celui que l'on effectue en France car l'extrusion est réalisé manuellement. Une fois essorée, la spiruline est pesée pour tenir à jour les tableaux de bord (tenus manuellement sur un cahier) et calculer la quantité de nourriture à apporter aux bassins. On considère que la spiruline essorée pèse 5 fois son poids sec (4,5 pour être exact).



Chaque bassin a un seau avec le numéro qui lui correspond. La biomasse récoltée ne quitte jamais son seau, de la récolte jusqu'à l'extrusion.



Le poste de pressage est constitué d'une table en pierre inclinée, sur laquelle est posée une grille permettant l'écoulement du liquide essoré. La biomasse est déposée sur un tissu utilisé pour la confection des saris. Une fois plié le tissu est recouvert d'une autre dalle de pierre.



Puis des bras de levier sont installés pour augmenter progressivement et manuellement la pression. On remarquera que le seau ne quitte pas la biomasse qui l'accompagne.

7.3. Extrusion

Lorsque la récolte est terminée et pesée, la biomasse essorée est amenée sur la terrasse pour être séchée.

Une femme est chargée de remplir un ustensile utilisé ordinairement en pâtisserie pour faire une sorte de churros. L'appareil a été légèrement adapté pour faire des spaghettis en remplaçant la plaque d'origine par une plaque comportant une rangée de trous de 2 mm de diamètre. L'épaisseur de la plaque est très faible, probablement pas plus d'1 mm.



Une fois les ustensiles remplis, 2 autres femmes sont chargées de confectionner les spaghettis au-dessus de plateaux recouverts d'une feuille plastique.





Dans ce contexte, les spaghettis sont plus épaisses que ce à quoi on aurait s'attendre, mais soigneusement étalées sur la feuille plastique et sans chevauchement. D'autres exploitations préfèrent étaler la spiruline en fine couche sur la feuille plastique, le séchage est probablement plus rapide mais il est beaucoup plus agréable de manger des paillettes que des flocons. Une fois l'extrusion terminée, une moustiquaire est déposée sur les plateaux de séchage.

7.4. Séchage

Le séchage a lieu l'après-midi sur la terrasse au soleil. La terrasse a été recouverte d'un filet anti-oiseaux car au fil du temps les corbeaux sont devenus friands de spiruline.



7.5. Cuisson

Après une après-midi de séchage la spiruline est retirée des plateaux et broyée grossièrement manuellement. La partie qui était en contact avec la feuille plastique ne sèche pas convenablement, en général, elle est remise à sécher le lendemain en vrac sur une feuille



plastique. Puis on l'enfourne dans le four pour une cuisson de 3 heures à 70 °C pour éliminer toute contamination éventuelle. A partir de ce moment il n'y a plus aucun contact manuel avec la spiruline. Sur ce poste 2 problèmes ont été identifiés puis corrigés ; la sortie d'aération était fermée, le thermostat ne fonctionnait plus.

La récolte de la journée est ensuite stockée dans un sachet plastique thermosoudé et rangée dans une armoire. Au fur et à mesure des commandes la spiruline sera conditionnée selon le mode désiré, en poudre, paillettes ou gélules.

7.6. Préparation des engrais

Une femme est en charge de préparer les engrais, pour la nourriture après récolte et pour la préparation du milieu de culture. Les formulations employées sont les suivantes :

1. Milieu de culture(par litre d'eau) :

Bicarbonate de sodium	8 g
Sel (5 g en principe)	0 g
Urée	0.2 g
Sulfate de potassium	0.5 g
Sulfate de Magnésium	0.15 g
Acide phosphorique	0.05 ml (0.08 g)
Solution de sulfate de fer	0.1 ml solution
	(0.005 g sulfate de fer, 0.001 g Fe)



2. Nourriture (par kg) :

Bicarbonate de sodium	5 kg
Urée	380 g
Sulfate de potassium (1 fois/semaine)	30 g
Sulfate de Magnésium (1 fois/semaine)	30 g
Acide phosphorique (1 fois/semaine)	32 ml (50 g)
Solution de sulfate de fer	0.1 l solution
	(5 g sulfate de fer, 1 g Fe)



3. Solution de sulfate de fer (1 litre) :

Sulfate de fer	50 g
Acide chlorhydrique	50 ml

La pureté du sulfate de fer est de 99.99 %, on peut considérer qu'il contient 20% de fer.

Ces formulations permettent de maintenir un milieu de culture de pH 10.2 à 10.3 (mais cette valeur est indicative car le pHmètre n'a pas été étalonné depuis longtemps) et donne de bons résultats comme le montre cette belle productivité de l'ordre de 7,6 g/j/m².



7.7. Agitation



Une agitation énergique est pratiquée manuellement 5 fois par jour, y compris le dimanche. Cela paraît amplement suffisant, la Lonar n'ayant pas tendance à remonter en surface pendant la journée. Par contre le matin après le lever du jour, on peut constater des nappes de spirulines en surface. Les femmes les récupèrent au seau à la récolte.

7.8. Ombre

Il n'est jamais pratiqué aucun ombrage sur les cultures.

Les bassins étant situés en extérieur et en bordure de mer, il y a toujours un courant d'air en surface. Par ailleurs la Lonar n'ayant pas tendance à flotter en surface et la température de la culture étant toujours de l'ordre de 28 à 35 °C, les risques de photolyse sont probablement évités naturellement. Les conditions sont certainement les mêmes que celles que l'on devait trouver au lac Lonar avant qu'il ne s'assèche.

7.9. Purges

En principe la quantité assez importante de bicarbonate de soude utilisée nécessite d'effectuer des purges régulières pour éliminer les sels qui se retrouvent en excès. JP Jourdan recommande 1 %/j du volume total.

Néanmoins Hendrik ne purge les bassins que tous les 2 à 3 mois ou bien lorsque qu'un bassin montre des signes de faiblesse, et ceci malgré la salinité déjà importante de l'eau de forage. Cela paraît bien fonctionner comme cela.

Les purges consistent à transférer 75 % d'un bassin dans un autre bassin et à vider le reste vers un fossé de décantation. Notons cependant que ce peut être la totalité du bassin qui est vidé lorsque celui-ci est vraiment malade, mais cela arrive très rarement.



L'opération est réalisée entièrement manuellement par plusieurs femmes à l'aide de seaux.



Une fois vidé, le bassin est nettoyé, les parois sont grattées pour enlever les algues parasites qui s'y accrochent.



7.10. Evaporation

L'évaporation moyenne est de l'ordre de 0,5 à 1 cm/j. Elle est compensée par ajout d'eau du forage, à moins qu'il ne pleuve.

Si la pluie a été plus abondante, dans ce cas une purge avec récolte est effectuée. En dehors du fait qu'il y a une perte de nutriments cela a l'avantage de faire baisser la salinité du milieu de culture.

Pendant la mousson, des bâches sont tendues au-dessus des bassins pour éviter des dilutions excessives, voire des débordements.

7.11. Intrants

7.11.1 Consommation d'eau

Si l'on considère une purge de 25 % du volume par mois (situation future) et une évaporation moyenne de 0,75 cm/j, on obtient la consommation annuelle suivante :

$$470 \text{ m}^2 * 0,20 \text{ m} * 25 \% * 12 \text{ mois} + 470 \text{ m}^2 * 0,0075 \text{ m} * 335 \text{ j} = 23,5 \text{ m}^3 + 3,5 \text{ m}^3 * 335 \text{ j} = 23,5 \text{ m}^3 + 1.170 \text{ m}^3 = 1.200 \text{ m}^3$$

On peut aussi prendre en compte le renouvellement complet de 10 bassins dans l'année pour 60 m³. soit au total 1.260 m³. Il faut donc à peu près 1 m³/kg de spiruline produite.



7.11.2 Engrais

Le calcul s'effectue pour une production annuelle de 1.300 kg et la préparation de 83,5 m3 de milieu de culture correspondants aux purges mensuelles. La préparation des 100 m3 initiaux n'est pas prise en compte car la production ne s'interrompt pas.

	Conso en l :	83 500		Récolte en kg :	1 300	
	Milieu de culture en g (par litre d'eau)	Total en kg		Nourriture en g (par g de spiruline récoltée)	Total en kg	Total Général
Bicarbonate de sodium	8	668,000	Bicarbonate de sodium	5	6 500,000	7 168
Urée	0,2	16,700	Urée	0,38	494,000	511
Sel	0	0,000				
Sulfate de potassium	0,5	41,750	Sulfate de potassium	0,03	39,000	81
Sulfate de Magnésium	0,15	12,525	Sulfate de Magnésium	0,03	39,000	52
Acide phosphorique	0,08	6,680	Acide phosphorique	0,05	65,000	72
Sulfate de fer	0,005	0,418	Sulfate de fer	0,005	6,500	7
Acide chlorhydrique	0,005	0,418	Acide chlorhydrique	0,005	6,500	7

8. Confection des gélules

Avant de fabriquer des capsules, la spiruline est réduite en poudre à l'aide d'une machine qui doit être à l'origine une meule à grains utilisée pour faire de la farine. C'est un appareil électrique, qui ne présente pas d'inconvénient en cas de coupure de courant car l'utilisation n'est pas fréquente et peut être reportée. La production de la poudre est effectuée dans une petite pièce, puis la poudre est à nouveau conditionnée dans un sachet thermosoudé pour la conservation.



La poudre peut être commercialisée sous cette forme, ou encapsulée.

La confection des capsules est réalisée dans une pièce aveugle dont l'air est conditionnée pour contrôler l'hygrométrie et la température.

La machine utilisée est entièrement manuelle et permet à 3 femmes de produire 20.000 gélules/j. Chaque gélule contient 0,5 g de spiruline.



Puis les gélules sont stockées dans un sachet thermosoudé en attente d'utilisation.



La mise en pot est effectuée à l'aide d'un outil en forme de pelle dotée d'un peigne, d'une poignée et d'un réservoir. Le peigne permet de recevoir 100 gélules, une fois rempli il est vidé dans un pot de 100 ou 500 gélules.

Les pots sont en plastique, munis d'un couvercle que l'on enfonce, et que l'on ouvre en tirant une languette.

9. Conditionnement



Une femme est en charge du conditionnement de la spiruline, elle effectue plusieurs tâches :

- Confection des boîtes d'emballage en carton (pliage, collage des étiquettes, impression du prix),





- Ensachage de la poudre et des paillettes en sachets thermosoudés de 100 g,
- Mise en boîte ou en sachet de 1 kg,
- Collage des étiquettes sur les pots de gélules et mise en boîte.

Un petit feuillet d'information sur la spiruline est inséré dans les emballages.

10. Analyses

Des analyses périodiques sont effectuées afin de vérifier la composition de la spiruline mais aussi sa qualité bactériologique ainsi que l'absence de métaux lourds.

L'Inde est un des rares pays, voire le seul au monde à avoir réglementé la production de spiruline. Que ce soit concernant son mode de production et de transformation, mais aussi concernant sa composition.

Les standards sont les suivants :

- Humidité 9 % max
- Cendres 9 % max
- Protéines 55 % min
- Fer 1 g/kg max
- Zinc 350 mg/kg max
- Etc, ...
- Plomb 25 ppm max
- Arsenic 11 ppm max
- Cadmium 10 ppm max
- Mercure 1 ppm max
- Coliformes absence dans 1 g
- E-coli absence dans 1 g
- Salmonelles absence dans 1 g
- Shigella absence dans 1 g
- Levures & moisissures 100 /g (CFU/1 g)
- Staphylocoques absence

Les analyses sont confiées à un laboratoire, lequel retourne un compte-rendu mentionnant les standards indiens et la valeur mesurée correspondante.

A la liste précédente sont ajoutés : la teneur en phycocyanine (%), en β -carotène (mg/100g) et le total des caroténoïdes (mg/100g).

Ce rapport montre que la spiruline produite à Auroville est de très bonne qualité. Une faiblesse cependant concernant la teneur en fer et en zinc, qui sera compensée prochainement. Il est à la disposition des clients.



11. Conclusion

Il existe plusieurs points forts qui expliquent le succès de cette entreprise :

- Elle est gérée par une personne qui veille personnellement au bon déroulement des opérations et qui corrige toute dérive,
- Le positionnement au sein d'Auroville permet de garantir l'écoulement d'une bonne part de la production, et a permis par la suite de progresser sur d'autres parts de marché,
- Une attention particulière a été portée sur la qualité, la gamme, le packaging et la politique des prix,
- Les autres productions de cette taille n'ont pas réussi à ce jour à commercialiser leur production, et la qualité n'est pas toujours au rendez-vous,
- La situation permet aux nombreux touristes de venir visiter l'exploitation, d'acheter sur place puis de commander d'Europe par Email.

11.1. Perspectives

La demande évoluant en permanence, de l'ordre de 50% par an, Simplicity est obligée de s'approvisionner auprès d'autres producteurs.

Pour pallier à ce problème ainsi qu'au problème d'alimentation en eau, un autre site de production est en cours de recherche. Il ne s'agira là que d'un site de production, simplicity de part sa situation restant le site ouvert au public, où l'on peut recevoir toute l'information nécessaire et acheter de la spiruline.

12. Fiche signalétique

Manager : Mr Hendrik Van Poederooijen
Marque : Aurospirul
Adresse : Simplicity Farm
Auroville
605101 Tamil Nadu
Inde
Email : spirulina@auroville.org.in
Site internet : www.auroville.org/health/food/spirulina.htm





Système ressource**AUROSPIRUL**

Contact : Mr Hendrik
Simplicity Farm
Auroville
605101 Tamil Nadu - India
www.auroville.org/health/food/spirulina.htm
Email : spirulina@auroville.org.in

Antenna India

Contact : Mr Deva Manoharan
Antenna trust
Antheneri, Kadachanenthal
Madurai – 625 107
Tamilnadu - India
<http://www.antennaindia.org/>
Email : antennaindia@hotmail.com

Oferr

Contact : Mr K.Ratnarajasingam
Navaloor, Kancheepuram
Tamilnadu - India
<http://www.oferr.org/spirulina.htm>
Email : oferr@eth.net