

## Malnutrition : pourquoi la spiruline ?

### 1. Une réponse durable à la malnutrition en régions chaudes : la production locale de SPIRULINE

#### 1.1 Fortification " chimique " des aliments de base: une solution d'urgence

L'essentiel des carences alimentaires graves proviennent du manque de trois éléments : la vitamine A, le fer et l'iode. Les doses quotidiennes requises pour ces substances sont très petites, il semble donc que l'idée de les ajouter directement à certains aliments (comme la farine, l'huile, le sucre ou le sel) soit une réponse adéquate et bon marché aux problèmes de carences (UNICEF Ann. Rep. 1996, 49-51).

Bien que cette approche soit parfaitement justifiée dans un contexte d'urgence, elle n'apporte pas une solution durable puisqu'elle fait recours à l'importation de produits pharmaceutiques ou chimiques. Il faut aussi tenir compte des réelles difficultés techniques liées au mélange précis, uniforme et stable de minuscules proportions de ces composés à de très gros tonnages de denrées alimentaires. Cette approche implique également une forte centralisation de certaines ressources de base (dans le cas des farines, ou des huiles par exemple), puisque les technologies nécessaires à la préparation des aliments " enrichis " ne peuvent pas être mises en place sur chaque lieu de production, et encore moins sur les lieux de consommation. Cela n'est pas sans conséquence sur les économies locales car il sera bien souvent beaucoup plus pratique (et meilleur marché) d'enrichir des aliments importés ou produits dans un petit nombre de grandes exploitations, plutôt que de collecter des myriades de petites productions locales. Il s'en suit que ces aliments " enrichis " risquent dans certain cas d'entrer en concurrence avec les produits locaux. Quoi qu'il en soit, l'accès à ces produits sera souvent très problématique pour des villages isolés. Sans oublier que le problème du stockage et de la conservation des aliments est à lui seul un casse-tête en pays chauds : comment dès lors assurer que les denrées soigneusement " fortifiées " et péniblement acheminées dans les villages ne seront pas dégradées par le stockage, comme le sont presque toujours une énorme fraction des denrées locales ?

#### 1.2 La diversification de la production agricole: pas si simple !

Autre suggestion dans la lutte contre la malnutrition, la production locale de denrées alimentaires riches en micro-nutriments a été proposée depuis longtemps: l'encouragement à la production et à la consommation de fruits et de légumes est bien sûr une excellente initiative. Malheureusement, cette approche est rendue difficile par une série de problèmes pratiques :

## LA MALNUTRITION

---

- Ces productions agricoles sont généralement saisonnières et la conservation de ces denrées, quand elle est possible, détruit certains des micro-nutriments fragiles (comme la provitamine A). A cette dégradation " interne " s'ajoute les difficultés de stockage citées plus haut et donc les pertes liées aux infestations par les insectes ou les rongeurs ; sans oublier les dégradations et les dangers d'intoxications liés aux développement de bactéries ou de moisissures sur les produits mal stockés.
- Ces productions agricoles requièrent des sols favorables, des conditions climatiques spécifiques, beaucoup d'eau et de temps. La qualité des sols se détériore de jour en jour par la conjugaison de facteurs comme le surpâturage, l'érosion éolienne et hydraulique, la désertification ou la mauvaise gestion des irrigations. A cela s'ajoute l'immense problème (politique) de l'accès à la terre, ainsi qu'à l'eau.
- Le contrôle des maladies des plantes et la lutte contre les insectes est un problème majeur. Il suffit de penser aux invasions de criquets pour comprendre à quel point des mois d'investissement en travail et en eau restent à la merci d'un seul jour de malchance. Certaines plantes parasites peuvent elles aussi ravager en peu de temps d'énormes surfaces agricoles : en Afrique, par exemple, la striga infeste quasi irréversiblement certaines zones agricoles, bloquant toute tentative d'y produire des céréales.
- On connaît bien souvent le contenu nutritionnel des aliments courants, mais les biodisponibilités réelles de ces nutriments, c'est-à-dire la capacité pour l'homme de les assimiler à partir de ces aliments, restent très controversées ou inconnues. Dans la plupart des cas, ces biodisponibilités varient énormément suivant les modes de conservation, la préparation des aliments, voire les conditions de développement des végétaux. Dans le cas des plantes, la principale barrière à l'assimilation de leurs nutriments par l'homme est la paroi cellulosique qui recouvre toute cellule végétale. Cette cellulose étant parfaitement indigeste pour l'homme, seul un intense broyage mécanique (donc une longue mastication) peut nous permettre d'accéder au contenu des cellules végétales. La seule alternative au broyage reste la cuisson qui a pour effet de faire éclater les parois cellulosiques, mais qui entraîne aussi de fortes pertes de nutriments sensibles à la chaleur (surtout les acides gras essentiels et bon nombre de vitamines). Il est intéressant de noter que de récentes études ont démontré que le carotène des carottes crues est si peu accessible qu'il est encore préférable de consommer ce légume après cuisson, le peu de carotène résistant à ce traitement étant, lui, assimilable... Il semble donc qu'à la difficulté et au coût de la production de légumes, il faut encore ajouter systématiquement le prix de l'énergie nécessaire à leur transformation en aliments assimilables.

En règle générale, lorsqu'une région ne produit qu'une faible diversité d'aliments, c'est que les conditions locales ne se prêtent qu'à un petit nombre de cultures. C'est le cas de vastes régions aux sols pauvres, aux climats désertiques ou aux eaux saumâtres. Par ailleurs, même lorsque les possibilités matérielles de

## LA MALNUTRITION

---

diversification existent, l'introduction de nouvelles productions rencontre inévitablement nombre d'obstacles: techniques nouvelles, savoirs nouveaux, acceptabilité alimentaire, etc.

Tous ces obstacles potentiels font que l'introduction d'une seule nouvelle production agricole nécessiterait théoriquement une étude fouillée et coûteuse pour chaque situation locale...

### 1.3 High Tech contre malnutrition ?

Une nouvelle technique est sur les rangs dans le combat contre la malnutrition: le génie génétique. L'annonce récente de la mise au point de variétés de riz génétiquement modifiées, l'une à haute teneur en pro-vitamine A, l'autre capable d'accumuler le fer, suscite un vif intérêt. Cette performance appelle pourtant de nombreuses questions: l'arrivée sur le marché des semences d'un petit nombre de "super-variétés" ne risque-t-il pas d'accélérer un processus d'érosion génétique déjà très grave ? Ces "super-variétés" seront-elles cultivables partout ? Résisteront-elles aux diverses conditions locales aussi bien que les cultivars traditionnels ? De plus, ces nouvelles semences seront-elles librement accessibles aux petits paysans ?

Enfin, il reste à établir la biodisponibilité des micro-nutriments ajoutés par ces nouvelles technologies à une céréale. Dans le cas du fer, la question est justifiée car les blés complets, par exemple, sont riches en fer, malheureusement très peu assimilable par l'homme. Pour le carotène, l'indispensable cuisson du riz pourrait aussi poser problème.

D'une manière générale, l'approche biotechnologique permet d'accélérer d'une manière stupéfiante le processus d'obtention de nouvelles variétés ; par contre, elle n'accélère en rien l'acquisition de l'expérience " en champs " de ces nouvelles plantes : il faudra de toute façon bien des années pour faire le tour des avantages et inconvénients de chacune d'entre elles. Comment prévoir, par exemple, que le riz au carotène sera préféré à tout autre par tel ou tel insecte ravageur ? Qu'il sera plus (ou moins) sensible à telle ou telle moisissure dangereuse lors de son stockage ? Qu'il demandera la présence ou l'absence de certains éléments dans les sols où on le cultive ? Tant que l'expérience n'aura pas mieux fait connaître ces variétés nouvelles en situations réelles, il serait difficilement justifiable d'en encourager la culture par des populations pauvres, qui n'auront aucun moyen de réagir en cas d'imprévu, surtout si elles ont entre-temps abandonné leurs variétés traditionnelles. Cette longue collection d'expériences doit donc impérativement se faire en conditions contrôlées et aussi diverses que possible, par ceux-là même qui travaillent aux obtentions variétales : leur revient en quelque sorte le " fardeau de la preuve " .

Devant l'étendue de ces travaux préalables, il est indispensable de privilégier des solutions reposant sur des ressources traditionnelles, puisque les implications de leur mise en œuvre sont essentiellement connues, au moins dans certains contextes. La prospection de ressources traditionnelles locales n'a certainement pas fini de nous fournir des armes contre la malnutrition ; encore faut-il en

étudier les possibilités de diffusion hors de leurs régions d'utilisation traditionnelles.

## 2. La spiruline, une réponse réaliste et largement applicable

### 2.1 Un aliment traditionnel redécouvert

Dans les années 1950, un étrange aliment traditionnel était redécouvert au Tchad par une mission scientifique européenne. Il s'agissait de galettes séchées d'une teinte verte tirant sur le bleu, que l'on trouvait sur les marchés de la région du Kanem sous le nom de " dihé ". L'enquête montra que ce " dihé " provenait de masses d'un micro-organisme unique récolté à la surface de mares fortement alcalines et séché à même le sable des berges. Ce micro-organisme, capable de photosynthèse et se reproduisant rapidement, fut appelé " spiruline " de par l'aspect de filament spiralé qu'il présente au microscope (sa dénomination scientifique est *Arthrospira platensis*, il s'agit d'une cyanobactérie).

L'analyse des propriétés nutritionnelles de la spiruline révéla tout d'abord une exceptionnelle teneur en protéine, de l'ordre de 60% à 70% du poids sec; elle démontra aussi l'excellente qualité de ces protéines (teneur équilibrée en acides aminés essentiels). Ces premières données suffirent à lancer de nombreuses recherches à but industriel durant les années 1970, car les micro-organismes (levures, chlorelles, spiruline, certaines bactéries et moisissures) semblaient alors la voie la plus directe vers des protéines bon marché, les fameuses " single cell proteins ". Bien qu'aucun micro-organisme n'ait finalement tenu cette promesse de protéines à bon marché, la spiruline continua à faire l'objet de recherches et même de productions croissantes, car cette cyanobactérie possédait bien d'autres atouts, tant nutritionnels que techniques.

### 2.2 Caractéristiques nutritionnelles et techniques de la spiruline

- **Sécurité toxicologique**

Des études toxicologiques exhaustives, ainsi que des études nutritionnelles chez l'homme, jointes au fait de la consommation traditionnelle de spiruline au Tchad et au Mexique, prouvent sans équivoque la totale innocuité de cette denrée. Bien peu de produits alimentaires ont été si soigneusement évalués sous l'angle toxicologique. A cela s'ajoute plusieurs études démontrant la très grande homogénéité génétique des diverses spirulines (formellement *Arthrospira* sp.) cultivées ou récoltées à travers le monde. A signaler également l'absence totale, après plus de 30 ans de production industrielle ou artisanale, d'accidents alimentaires attribuables directement ou indirectement à la production ou à la consommation de spiruline.

Il faut souligner le fait qu'on ne connaît pas d'effets secondaires sérieux aux surdoses (même massives) en spiruline; bien au-delà des doses

## LA MALNUTRITION

---

recommandées, seule une accumulation bénigne de caroténoïdes dans la peau peut apparaître dans certains cas extrêmes (effet "pilule à bronzer").

- **Valeur nutritionnelle de la spiruline**

Dépourvue de paroi cellulosique, la spiruline est parfaitement digeste crue ou simplement séchée. Sa valeur nutritionnelle va bien au delà de sa teneur en protéines : elle est une des plus riche source connue en provitamine A et en fer assimilable, tout en contenant de hauts niveaux de la rare vitamine B12, ainsi que d'acide gamma-linolénique (GLA) et d'autres acides gras essentiels. De nombreux tests nutritionnels ont prouvés la biodisponibilité de ces micro-nutriments. Produite dans un milieu de culture adéquat, la spiruline devient aussi une excellente source de zinc : des essais menés par Antenna Technologie en 1998 montrent qu'il est facile d'obtenir une spiruline dont 2 à 4 grammes suffisent à couvrir simultanément l'essentiel des besoins quotidiens en zinc, en fer et en vitamine A chez l'enfant.

Ces expériences de modification du contenu nutritionnel de la spiruline par un milieu de culture adéquat sont extrêmement prometteuses : dans certains cas, la spiruline, en assimilant facilement les minéraux qu'on lui fournit, rend ceux-ci disponible à l'homme (qui n'aurait pu en tirer parti directement). D'autre part, certains minéraux (dont le zinc) bien qu'essentiels à petites doses, deviennent dangereux en cas d'erreur de dosage (c'est d'ailleurs l'un des problèmes de la fortification chimique des aliments : une erreur peut avoir de lourdes conséquences). Dans le cas d'une spiruline cultivée en présence de zinc, une erreur de dosage aura pour effet immédiat de tuer... la spiruline ! La culture de spiruline sert donc ici non seulement à rendre biodisponible pour l'homme des minéraux qui ne l'étaient pas forcément, mais aussi de " garde fou " en cas d'erreur de dosage d'un élément potentiellement toxique. Cet effet protecteur a été testé avec succès dans le cas du zinc, ainsi que dans celui du cuivre, ou encore pour la combinaison de ces deux éléments ; des tests sont prévus pour le sélénium et le chrome.

- **Rendements de production**

Le taux de croissance de ce micro-organisme photosynthétique étant des plus rapides, il fournit jusqu'à 20 fois plus de protéines à l'hectare que le soya. Cette productivité découle aussi du fait que la spiruline est entièrement comestible : toute l'énergie et les intrants utilisés à sa production sont ainsi valorisés; dans une production agricole classique, seul un faible pourcentage de la plante cultivée (ou de l'animal élevé) est effectivement consommable.

Le problème des intrants agricoles (engrais, énergie, eau, etc.) est absolument crucial : aucune production durable ne saurait négliger ce problème. Dans le cas de la spiruline, AT a démontré la faisabilité de production ne faisant appel qu'au recyclage des fertilisants naturels. Bien

## LA MALNUTRITION

---

que hautement souhaitable à long terme, ce type de technique, joint à la nouveauté du " produit spiruline ", risquerait d'en diminuer l'acceptabilité. AT s'est donc tourné résolument vers l'utilisation de fertilisant agricoles classiques, au moins dans une première phase des projets de production de spiruline. Ce choix présente plusieurs avantages : un meilleur contrôle de la composition du milieu de culture, une plus grande facilité de culture, un moindre dépôt de matières insolubles au fond des bassins. Il faut aussi ajouter que l'emploi d'engrais solubles dans la production de spiruline se justifie d'autant plus que les bassins constituant de véritables cultures intensives quasi fermées, le taux d'utilisation de ces produits est extrêmement élevé. Au contraire d'une production agricole classique, il n'y a ici aucune perte polluante par lessivage des sols, aucune fertilisation involontaire des mauvaises herbes d'un champ : pratiquement tout ce qui est ajouté au milieu de culture est utilisé par la spiruline... et seulement par la spiruline ! Cette efficacité de la fertilisation dans le cas de la spiruline explique la faible part du prix des fertilisants dans le prix final de la spiruline (l'essentiel étant le prix de la main d'œuvre, l'amortissement du terrain et des installations).

On trouve classiquement des productivités de 5 à 10 g de spiruline (poids sec) par mètre carré et par jour, ces valeurs représentant des moyennes stables (sur l'année, pour les climats qui le permettent; on obtient ainsi 18 à 36 tonnes de produit sec à l'hectare). Pour prendre tout son sens, cette productivité doit être ramenée aux doses quotidiennes utilisées en alimentation humaine : à peine quelques grammes de spiruline sèche suffisent à améliorer radicalement l'apport nutritionnel quotidien d'un enfant en bas âge. Cela signifie que chaque mètre carré de production de spiruline peut suffire à l'aide nutritionnelle de 2 à 3 enfants, cela d'une manière continue (tout au long de l'année dans les régions chaudes). Quelle production agricole pourrait prétendre à cela ?

- **Sécurité de la production et résistance aux contaminants**

Croissant dans des milieux de culture entièrement minéraux et très alcalins (classiquement à pH 10, et jusqu'à pH > 11), la spiruline est pratiquement insensible aux problèmes de contamination par d'autres organismes. Cet avantage décisif permet sa culture sans risque, même dans des systèmes de très basse technologie et sous des climats tropicaux.

En plus de cette résistance intrinsèque, le processus de récolte (par filtration) ne retient que les particules d'une taille proche de 50 à 100m . La morphologie très particulière des filaments de spiruline, ainsi que leur teneur en pigments particuliers, simplifient considérablement les contrôles de routine : un matériel relativement rudimentaire suffit déjà à un contrôle de qualité acceptable.

La consommation directe de la pâte de spiruline retirée du bassin est hautement souhaitable : en plus des aspects de simplicité et d'économie,



## LA MALNUTRITION

---

l'acceptabilité du produit est également augmentée (ni goût, ni odeur) par rapport au produit séché. Une telle consommation " immédiate " assure au mieux la sécurité bactériologique du produit, puisqu'elle minimise le temps passé hors de la protection du milieu de culture.

L'étape de séchage, indispensable si la production doit être transportée au loin ou conservée plus de quelques heures, est la seule phase délicate en terme de qualité du produit final. AT a développé plusieurs méthodes simples et efficaces permettant de contrôler au mieux les paramètres critiques du séchage de la spiruline, à savoir : la vitesse de séchage, la température maximum admise, la protection contre la lumière et les poussières.

### **2.3 Promouvoir la production et la consommation de spiruline dans les pays en développement**

Afin de proposer une solution durable, applicable dans une vaste gamme de contextes, Antenna Technology a donc privilégié le développement de ce complément alimentaire exceptionnel que constitue la spiruline. Ce micro-organisme aquatique comestible présente un excellent potentiel en tant que nouvelle production agricole pour les pays en développement. Par sa richesse en micro-nutriments tels que fer, zinc, pro-vitamine A ou encore acides gras essentiels, la spiruline doit être considérée comme un complément alimentaire (ou un " améliorant nutritionnel "), plutôt que comme un simple aliment. En effet, de très faibles doses (1 à 5 grammes/jour) de spiruline représentent déjà un apport nutritionnel décisif pour un enfant en bas âge. Cette qualité de complément plutôt que d'aliment simplifie grandement les problèmes d'acceptabilité, tout en limitant les surfaces et le travail nécessaire à sa production.

### **2.4 Introduire un complément alimentaire en tant que nouvelle production agricole**

Plusieurs aspects de la production de spiruline sont particulièrement bien adaptés aux réalités agricoles des pays chauds, voire désertiques. En choisissant un micro-organisme photosynthétique se développant dans un milieu aquatique, on évite les problèmes de qualité des sols, aussi bien que les problèmes de parasites ou de maladie des plantes. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, la consommation d'eau d'une telle production est largement inférieure à celles de toute autre production agricole classique. Du fait de son extrême productivité et des faibles quantités de spiruline nécessaires par personne, les surfaces utilisées pour la production sont également très réduites. Enfin, bien des climats permettent une production de spiruline continue, tout au long de l'année. Si cette spiruline est consommée localement, aucune méthode de conservation n'est nécessaire; de plus, la spiruline fraîche est immédiatement consommable, sans transformation ni cuisson, donc sans besoin d'un apport supplémentaire d'énergie.

## LA MALNUTRITION

---

Tous ces facteurs vont dans le sens d'une valorisation des petites surfaces, des sols dégradés ou infertiles. La faible consommation d'eau ainsi que la possibilité de faire appel à des eaux saumâtres (salines ou natronées) inutiles à l'agriculture classique, augmente encore l'intérêt de la production de spiruline dans les régions arides. Enfin, tant la culture elle-même que les étapes menant jusqu'à la consommation du produit, sont remarquablement économes en énergie.

- **Des méthodes de culture simple et fiables**

Antenna Technologies a développé et testé sur le terrain différents systèmes simples permettant des productions à diverses échelles (depuis la micro-production familiale jusqu'aux installations semi-industrielles).

Dans le cas des installations artisanales à petites et moyennes échelles (de 50 à 3000 g de spiruline sèche produite chaque jour), tous les matériaux et la plupart des équipements nécessaires sont généralement disponibles localement. Les intrants sont essentiellement des engrais agricoles classiques, de l'eau et (facultativement) de l'électricité. Il s'y ajoute de la soude ou du bicarbonate de soude, produits généralement facile d'accès (et d'ailleurs remplaçable par de la cendre de bois).

Dans le cadre de la formation à la culture de la spiruline, Antenna Technology propose la réalisation d'un " module d'apprentissage ". Un manuel simple ainsi que des échantillons de spiruline vivante peuvent être fournis sur demande écrite. Ce module d'apprentissage permet de tester la faisabilité d'une production de spiruline en conditions réelles, en peu de temps et pour un investissement très modeste (de l'ordre de 100-200 US\$, suivant les pays). Il s'agit d'un bassin de production de 4 m<sup>2</sup>, équipé d'une agitation électrique de très faible puissance (7W) et d'une couverture semi-transparente. Les matériaux nécessaires, ainsi que les sels minéraux, les outils de contrôle et de récolte, ont été sélectionnés de manière à être facilement accessibles localement. La taille de ce module a été choisie de manière à permettre à peu de frais un essai réaliste, comprenant toutes les étapes du processus de production, de l'ensemencement du bassin à son maintien en culture, de la récolte de spiruline à sa consommation, voire à son séchage. Un fonctionnement normal doit assurer une production comprise entre 20 et 40 g de spiruline sèche par jour, de quoi améliorer fortement la nutrition d'une quinzaine d'enfants environ (suivant leurs âges). En plus de son rôle pédagogique, ce module d'apprentissage peut être reconverti en " réserve de secours " dans le cadre d'une production de spiruline à plus grande échelle.

### **2.5. Un préalable indispensable : l'information**

L'intérêt d'un produit tel que la spiruline ne saute malheureusement pas aux yeux de ceux qui en auraient le plus grand besoin ! Bien des cultures connaissent depuis des siècles l'importance cruciale de l'alimentation sur la santé. Elles ont souvent mis au point certaines pratiques propres à tirer le meilleur parti



## LA MALNUTRITION

---

nutritionnel de leurs ressources locales (par exemple en associant des céréales et des légumineuses en un même plat traditionnel, ou encore en ajoutant de la cendre ou de la chaux à certaines galettes de céréales, ce qui en rend la vitamine B1 assimilable)... Il est bien difficile d'imaginer pourquoi et comment telle ou telle innovation nutritionnelle a pu être adoptée au cours de l'histoire. Toute personne ayant travaillé sur la nutrition sait à quel point les réticences au changement peuvent être vives dans ce domaine. Et pourtant, d'innombrables cas démontrent que certains changements alimentaires peuvent être rapidement et massivement adoptés, pour le meilleur ou pour le pire, aussi bien dans les sociétés industrialisées que dans les sociétés traditionnelles. Dans la plupart des cas, l'élément clef de l'adoption d'un nouveau produit ou d'une nouvelle recette repose sur l'information qui l'accompagne : message officiel, avis médicaux, bouche-à-oreille, publicité, marketing... On peut le regretter, mais il ne fait guère de doute qu'en matière d'habitudes alimentaires, publicité et marketing s'avèrent de très loin les moyens les plus efficaces pour faire connaître un produit (au moins à court terme). En ce qui concerne la spiruline, publicité et marketing ne toucheraient les populations qui en auraient le plus besoin que s'il s'agissait de l'effort d'une multinationale qui chercherait à vendre de la spiruline là où certains vendent du bouillon-cube...

Comme nous parlons ici de l'auto-production locale de spiruline, les seuls moyens d'information envisageables passent par les canaux gouvernementaux, par les œuvres d'entre-aide, par les ONG ou encore par les associations locales. Pour ces partenaires, Antenna Technologie développe des moyens d'information concernant l'utilité de la spiruline, les moyens de la produire et les façons de la consommer.

### **2.6. L'expérience démontre l'acceptabilité de la spiruline**

Comme tout changement dans les habitudes alimentaires s'avère délicat, l'approche d'Antenna consiste à faire connaître la spiruline à travers des tests nutritionnels effectués sur place. Dans le cas de maladies dues à la malnutrition, l'effet d'un apport de spiruline est clairement visible en quelques semaines : cette preuve directe d'efficacité vaut tous les discours. Une fois convaincues de l'intérêt de la spiruline, les mères des enfants traités trouvent d'elles-mêmes la meilleure façon d'incorporer ce produit à leurs repas. Ces démonstrations sont toutefois liées à des situations d'urgence, des situations où le phénomène malnutrition est clairement identifiable et compréhensible par ceux qui en sont victimes.

Lorsque la malnutrition est moins aiguë ou ne constitue qu'un risque à prévenir, l'acceptabilité d'une nouvelle denrée dépend presque autant de sa présentation que de l'information qui l'accompagne. Dans le cas de la spiruline, on distinguera le produit frais du produit sec. A l'état frais, la spiruline se présente comme une pâte ferme d'un vert épinard, sans goût ni odeur. Elle est facilement consommée comme une pâte à tartiner que l'on peut épicer ou mélanger à d'autres ingrédients: elle peut alors garnir des toasts, des chappatis, des tortillas, des galettes de mil, etc. On peut aussi la délayer très facilement dans des potages,

## LA MALNUTRITION

---

des sauces, des bouillies, tout en tenant compte de son pouvoir colorant extrême...

La spiruline séchée est d'un usage un peu plus délicat, du fait de son arôme rappelant l'algue ou le champignon. Sous cette forme, elle doit être mélangée à des potages, des sauces ou des bouillies. Dans certaines régions, on délaye la poudre de spiruline dans des jus de fruit, bien que la plupart des gens associent plutôt la spiruline aux saveurs salées ou piquantes.

Il existe pourtant des manières d'associer la conservation à long terme de la spiruline avec une excellente acceptabilité : il s'agit de la préparation de biscuits secs (salés ou sucrés) présentant une teneur de 15 à 30% en spiruline (poids sec). La préparation de tels biscuits est extrêmement simple et ne requiert pas de cuisson; elle doit par contre se faire de préférence à proximité immédiate du lieu de production de la spiruline. Ces biscuits s'obtiennent en mélangeant la pâte de spiruline fraîche avec de la chapelure (pain sec broyé ou tout autre galette sèche broyée), un peu de sel et des épices. La masse obtenue est abaissée, découpée au couteau et séchée à l'abri du soleil. Pour des biscuits sucrés, on mélangera la spiruline fraîche à des brisures de biscuits réduites en poudre. L'expérience montre que de tels biscuits n'ont besoin d'aucune publicité auprès des enfants.

### **2.7. La spiruline : un produit commercialisable... localement**

Un simple procédé de séchage et un emballage adéquat permettent un stockage durable de la spiruline ou de produits enrichis en spiruline. Ces produits de hautes valeurs peuvent donc être transportés et commercialisés tant sur les marchés locaux que, en principe, sur les marchés internationaux. La démarche d'Antenna Technologie vise avant tout à l'autonomie locale en matière d'alimentation; dans cette optique, l'exportation de la spiruline vers des marchés internationaux serait, dans la plupart des cas, une double erreur. D'une part, elle priverait la population locale d'une amélioration directe de son statut nutritionnel ; d'autre part, elle risquerait d'aboutir à des difficultés en matière de rentabilité. En effet, un contrôle de qualité indépendant, indispensable pour entrer sur les marchés des pays industrialisés, sera probablement hors de portée de petites unités de production. D'autre part, les prix internationaux de la spiruline en vrac sont en pleine réévaluation du fait de la mise en route de très grosses unités de production, notamment en Chine. Il convient donc de mettre en garde tous projets de production à petite ou moyenne échelle contre la tentation d'amortir rapidement ses installations par l'exportation de son produit. Il est indispensable de souligner le fait que la rentabilité des installations de production de spiruline dépendra, au moins dans un premier temps, de la création d'un marché local, régional ou national, pour ce nouveau produit. Il est donc essentiel que le transfert des technologies et des connaissances nécessaires à la création de nouvelles unités de production de spiruline soit accompagnée, ou même précédée, d'une large diffusion d'informations nutritionnelles. La production locale de spiruline n'a de sens que là où sa valeur est reconnue. Il faudra donc soutenir la formation locale en matière de nutrition, afin que l'information

## LA MALNUTRITION

---

relative à la spiruline puisse être correctement appréciée, et correctement intégrée à de plus larges programmes touchant à une éducation nutritionnelle globale.

### 3. Perspectives

Antenna technologie est entièrement convaincue que le transfert des connaissances et des technologies relatives à la production locale de spiruline recèle un excellent potentiel dans la lutte contre la malnutrition. La mise en valeur de ce potentiel dépend pourtant de l'information et de l'éducation nutritionnelle qui doit nécessairement l'accompagner. Dans un premier temps, il est indispensable de mieux faire connaître les implications réelles de la malnutrition. Outre les effets directs et facilement détectables des carences alimentaires et de la malnutrition sous toutes ses formes, on connaît maintenant de plus en plus d'effets subtils tels que les retards de croissance, certains troubles mentaux ou des dysfonctionnements immunitaires. Au fil des recherches sur la malnutrition, des effets indirects et pourtant gravissimes apparaissent de plus en plus fréquemment. Au vu des multiples avantages d'une production locale et économique d'une denrée capable d'améliorer l'apport nutritionnel quotidien des populations des régions chaudes, Antenna Technology suggère que l'auto-production de spiruline devrait devenir une haute priorité pour les pays en développement.

Jacques Falquet, juin 2000