

ACCEPTABILITE DE LA CONSOMMATION DE LA SPIRULINE *Arthrospira platensis* ET CARACTERISTIQUES DES REPAS ENRICHIS EN CET ALICAMENT DISTRIBUES AUX ENFANTS, IMPACT DE SA CONSOMMATION SUR L'ETAT SANITAIRE ET NUTRITIONNEL DES CIBLES

Auteurs: FIFALIANAHARINTSOA Sitrakilaina¹, RAVOLOLOMIHANTA Vonintsoa Linah¹, RAZAFINDRAZAKA Vonimanitra¹, TRINQUIER Anne Marie², THIRION Philippe², RALISON Charlotte¹

¹ Parcours Sciences des Aliments et Nutrition, Mention Biochimie Fondamentale et Appliquée, Université d'Antananarivo., BP 906, 101 Antananarivo- vonimanitra@yahoo.fr

² Esperanza Joie des Enfants -France, esperanzajoiedesenfants@yahoo.fr.

Mots clés: Alimentation des enfants scolarisés, états nutritionnel des enfants d'âge scolaires, cantines scolaires, effets de spiruline, spiruline.

RESUME

La spiruline ou *Arthrospira platensis*, constitue un bon élément pour lutter contre la malnutrition protéino-énergétique ou MPE, contre l'avitaminose A et B12 et contre les anémies ferriprives. En effet, en raison de sa culture facile, sa richesse exceptionnelle en protéine, sa haute qualité nutritive et sa haute digestibilité, elle est largement utilisée comme complément protéique, additif alimentaire ou comme nutriment à part entière dans les pays à problèmes nutritionnels. Les objectifs de cette étude visent à i) identifier les déterminants de la consommation de la spiruline, ii) évaluer l'impact de sa consommation sur l'état nutritionnel et iii) caractériser les apports des repas enrichis en spiruline distribués dans les cantines et centres nutritionnels.

L'acceptabilité de la spiruline a été évaluée au moyen d'entretiens individuels ou de groupes et d'observations. La qualité nutritionnelle des repas a été estimée par observations du mode de préparation suivi des grammages des ingrédients utilisés et analyses physico-chimiques des repas. L'état nutritionnel a été mesurée au moyen des mesures anthropométriques avant et après 3 mois de cure sur 2 groupes : un groupe d'enfants sous spiruline "S" et un groupe témoin "T".

La quantité de spiruline distribuée aux enfants est de 2 à 4g per capita par jour. L'odeur et le goût sont les caractères sensoriels mal appréciés initialement. Néanmoins ces réactions négatives s'améliorent tout au long de la période de distribution car la proportion d'enfants n'ayant pas apprécié le produit a connu un net recul. Selon les opinions des cibles et de leurs parents, le produit n'a pas généralement d'effets secondaires chez 70 % des enfants et de plus il fait diminuer fortement la prévalence des incidences des maladies (toux, fièvre, diarrhée), améliore la performance physique et scolaire, renforce la santé.

Les repas distribués chez les enfants soutenu ou témoins sont généralement déséquilibrés, hyperglucidiques et pauvres en produits d'origine animal. Les repas servis dans les sites S est meilleure que ceux dans le site T. les ingérés des enfants dans le site S et T sont respectivement : 633,56 kcal vs 421,92 kcal d'énergie, 19,81 g vs 8,68 g de protéines et 8,061g vs 2,72g de lipides pour les 3-5 ans et 862,21 kcal vs 651,82 kcal d'énergie, 25,55g vs 12,67g de protéines, et 11,74g vs 3,44g de lipides pour les 6-12 ans. En effet, la ration fournit 41% du besoin calorique, 100% du besoin en protéines et 21% du besoin en lipides dans les sites S tandis que dans le site T, elle couvre 31% du besoin calorique, 37% du besoin en protéines et 7% du besoin en lipides.

L'enquête a permis de révéler que la situation nutritionnelle des enfants est précaire mais une amélioration semble s'installer dans le groupe S après 3 mois. La prévalence chez le site "S" est de 52,2 % vs 44,9 % pour l'insuffisance pondérale et 14,2 % vs 6,5% pour l'émaciation. En revanche, il n'y a pas de résultat positif sur le retard de croissance car une augmentation de sa prévalence a été constatée (40,1%vs 46,6%).

INTRODUCTION

La malnutrition est répandue dans les pays en développement comme dans les pays d'Afrique et d'Asie du Sud Est. A Madagascar, le retard de croissance de touche près de la moitié des enfants de moins de 5 ans et celle de la malnutrition aiguë de 8,6%, Pour cette forme, 4 régions sont les plus affectées avec un taux de malnutrition aiguë globale (MAG) plus de 10% à savoir Melaky, Alaotra Mangoro, Atsimo Atsinanana et Vakinankaratra (1). Pour les enfants d'âge scolaires, les données nutritionnelles et fiables couvrant l'ensemble du pays se font rares ; si elles existent, elles ne représentent qu'une localité déterminée. Une étude réalisée dans la ville d'Antananarivo indique l'existence de la malnutrition chez les enfants scolarisés, le retard de croissance concerne plus de 40% et la maigreur de 2,5% chez les 4 à 17 ans. Quant à l'insuffisance pondérale, elle est de 36,2% (2). Les effets des carences en micronutriments sont également constatés. L'Avitaminose A touche 42% des enfants de moins de 5 ans (3) et 8% des enfants d'âge scolaires (4). Afin de répondre aux crises sociaux et d'investir à long terme sur la capitale humaine, la mise en place d'alimentation scolaire a été encouragé (3). Le gouvernement Malagasy met en œuvre par conséquent des actions synergiques dont le double but est de garantir aux enfants l'accès à l'éducation en jouissant d'une bonne situation nutritionnelle et alimentaire à travers le programme d'alimentation scolaires. C'est dans ce cadre que l'Association Française Esperanza Joie des enfants poursuit la mission de lutte contre la faim à Madagascar en apportant une aide alimentaire à des centres nutritionnels et cantines scolaires

En plus de déjeuner en sachant que le régime alimentaire Malgache ne permet pas d'offrir aux enfants une alimentation saine et équilibrée, elle distribue massivement de la spiruline qu'elle produite elle-même dans sa ferme de production à Antsirabe. La spiruline a été choisie dans la cadre de valorisation des ressources alimentaires locales étant donné qu'elle peut apporter divers effets bénéfiques non seulement dans la lutte contre la malnutrition mais aussi dans la prévention voire le

traitement de certaines maladies (5, 6, 7, 8, 9 et 10).

La spiruline est déjà exploitée dans de nombreux pays pour la lutte ou la prévention de la malnutrition (5), son utilisation est encore au stade d'essai à Madagascar (11).

L'objectif principal est d'améliorer la sécurité alimentaire et la situation nutritionnelle des enfants. Les objectifs spécifiques sont de :

- identifier les déterminants de la consommation de la spiruline
- évaluer l'impact de sa consommation sur l'état nutritionnel et
- caractériser les apports des repas enrichis en spiruline distribués dans les cantines et centres nutritionnels et évaluer la couverture des besoins nutritionnels des enfants cibles.

MATERIELS ET METHODES

Sélection des sites d'étude

Huit écoles et centres nutritionnels ont été visités dans la région de Vakinankaratra. Après sélection, 5 écoles ayant des programmes d'alimentation scolaire ont été retenues ; 4 d'entre elles sont soutenues par Esperanza Joie des Enfants et son partenaire Para Los Ninos (244 enfants) et distribue de la spiruline en plus du repas du déjeuner traditionnel (riz et accompagnement) ; une autre école sert de témoin (215 enfants). L'ensemble représente 459 enfants. L'âge des enfants est compris entre 3 à 12 ans.

Appréciation de la consommation de la spiruline

Elle est effectuée à l'aide des observations durant le moment de distribution, des grammages de spiruline servie, des entretiens avec les enfants (238 avant et 211 à la fin de cure) et focus groupes avec les parents (143 participants).

Caractérisation de repas servis

La caractérisation a été faite au moyen d'observations des détails de la préparation des

repas et des pesées de chaque ingrédient utilisé. Etant donné que les quantités servies aux plus jeunes enfants (3-5 ans) sont moins importants que celles des enfants plus âgés (6-12 ans), chaque jour et pour chaque tranche d'âge, 10 pesées ont été effectués et la moyenne constitue le poids moyen servi (10 pesées pour le riz, 10 pesées pour l'accompagnement). La même méthode a été adoptée pour évaluer le poids moyen du gouter et du dessert. Des prélèvements des composants du plat ont été effectués en vue de la détermination de la teneur en matières sèches (MS%) et l'estimation des apports nutritionnels.

Évaluation de l'état d santé et nutritionnel des enfants avant et à l'issu des cures

2 méthodes complémentaires ont été mises en œuvre : i) une enquête par questionnaire pour avoir des informations sanitaires et les conditions sociales des enfants et ii) des mesures anthropométriques (poids, taille, et périmètre brachiale)

Les données obtenues sont traités sur EXCEL et EPI INFO 3.5.4. Le niveau de signification est étudié et déduit par rapport à la valeur de P.

Les indices nutritionnels utilisés sont la taille pour âge (T/A), le poids pour taille (P/T), le poids pour âge (P/A) et le périmètre brachial par rapport à l'âge (PB/A).

Tous les es indices exprimés en z-score (T/A, P/T, P/A, PB) ont été calculés et les z-scores inférieurs à -2ET sont témoins d'une malnutrition modérée et les z-scores inférieurs à -3ET sont révélatrices de la malnutrition sévère.

Des variables synthétiques ont été identifiées pour décrire et regrouper les enfants à savoir la classe d'âge, le sexe, le site fréquenté par les enfants, le niveau scolaire, la maladie, la condition sociale, le rythme alimentaire au niveau familial et surtout la date d'enquête (avant et à l'issu des cures)

L'évaluation de l'impact de la spiruline par rapport à ses vertus thérapeutiques a été faite par comparaison de la prévalence des maladies à savoir la toux, la fièvre, la diarrhée chez les deux groupes S et T avant et à l'issu de cure, du recensement des perceptions des enfants et du focus groupes avec les parents.

RESULTATS

Acceptabilité de la consommation de la spiruline

La quantité de spiruline distribuée dans les sites "S" est environ de 2g (Ambolotara) et 4g dans les 3 autres sites. Le goût et l'odeur sont les caractères mal appréciés par les enfants. La spiruline n'a pas d'effet secondaire chez 70% des enfants.

a) Effet sur la performance scolaire d'après la perception des enfants

82,5% des enfants ont perçu une amélioration de la performance scolaire, 11,4% n'en ont perçu si 6,2% n'ont rien à signalé.

b) Effet sur la fatigue et l'appétit

L'effet de la spiruline sur la fatigue et l'appétit est présenté sur le tableau suivant.

Tableau 1: Evolution du taux (%) des enfants ayant la fatigue et de l'appétit entre les deux enquêtes T0 et T1

	Fatigue	Appétit
Avant	8,04	91,5
Après	0	99,5

Il y avait un net recul de la fatigue et une augmentation du nombre des enfants ayant l'appétit.

Par rapport à la perception des parents



Figure 1: La répartition des parents (%) selon perceptions par rapport aux effets bénéfiques de la spiruline

Les caractéristiques des repas servis :

Dans toutes les écoles visitées, le riz est toujours donné en grande quantité par rapport à l'accompagnement. A part de plat principal (riz + accompagnement), 3 centres nutritionnels (Ambohimena, Ambohimpeno, Ambolotara) donnent en plus du goûter et/ou du dessert.

Aussi bien pour les sites S que T, le repas servi est très déséquilibré : hyperglucidique. Constatons aussi que la quantité et la qualité des repas du groupe S est meilleure que celle du groupe T et par conséquent la couverture des besoins nutritionnels est plus élevée.

Les tableaux et figure ci-dessous résument les données sur la consommation alimentaire des enfants dans les CS et CN.

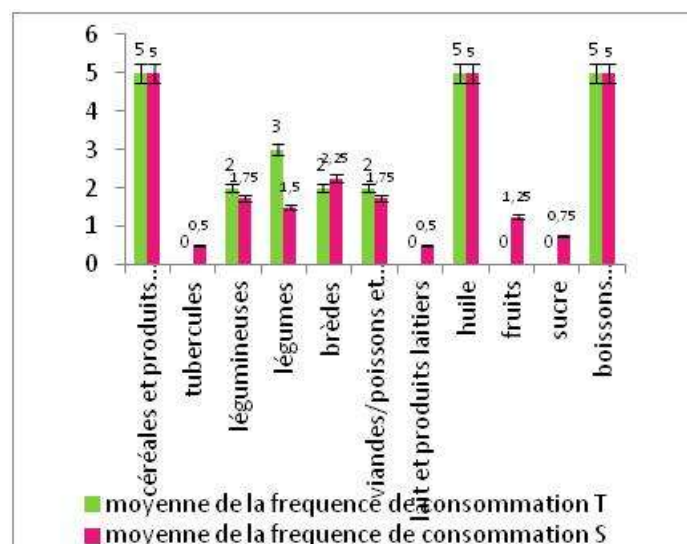


Figure 1: fréquence de consommation des aliments pendant les 5 journées scolaires dans les sites sous spiruline (S) et témoin (T).

Tableau 2 : Ingéré des enfants dans les CS et CN

Sites	Age (ans)	Ingéré en kcal ou g/enf		
		calories	Protéines	lipides
T	3-5	421,9	8,7	2,7
	6-12	651,8	12,7	3,4
S	3-5	623,9	19,3	8,06
	6-12	852,5	25,5	11,7

Tableau 3 : La couverture des besoins nutritionnels des enfants

Sites	Age (ans)	Taux de couverture en %		
		calories	protéines	lipides
T	3-5	74,02	48,20	11,33
	6-12	75,62	47,52	14,35
S	3-5	109,45	101,74	33,57
	6-12	98,90	90,19	48,92

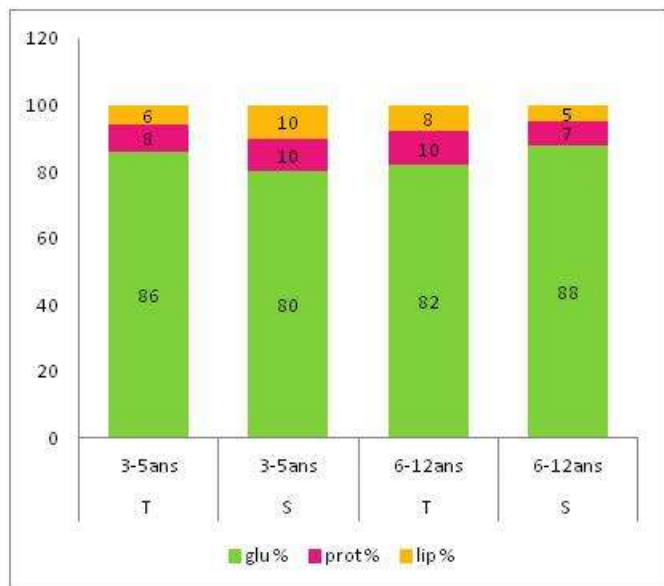


Figure 2: Contribution des nutriments à l'apport énergétique total (AET) pour chaque classe d'âge

Effets de spiruline sur la situation nutritionnelle des enfants

Aussi bien chez les sites S que T, les résultats de l'enquête T₀ révèle que la malnutrition est présente. Dans l'ensemble, la prévalence du retard de croissance est de 42,5%, celle de la maigreur de 15% et celle de l'insuffisance pondérale de 54,4%. L'analyse en fonction du sexe a relevé que la prévalence de malnutrition est comparable pour les 2 sexes. Respectivement dans les sites S et T, les taux d'émaciation (P/T) sont de 14,2% vs 16%. Ceux du retard de croissance (T/A) sont de 40,1% vs 44 %. Les taux d'insuffisance pondérale (P/A), reflétant ces deux formes de malnutrition, sont importants. Cette forme de malnutrition touche plus de la moitié des enfants (52,2% vs 56,6%). Toutefois, ces différences constatées chez les 2 sites S et T ne sont pas statistiquement significatives.

Selon le classe d'âge, celle de 6 à 2ans sont plus touchés par le retard de croissance avec 45,1% contre 20,8% tandis que les plus jeunes sont plus affectés par l'émaciation (43,4%vs11, 6%).

L'enquête T1 montre une amélioration de l'état nutritionnel des enfants sur l'indicateur de

P/T et de P/A chez les 2 sites quelque soit la classe d'âge considéré avec une différence plus significative pour le premier (P=0,0197). Une diminution de l'insuffisance pondérale a été constaté pour le site S mais pas significativement tandis que celui d'émaciation baisse jusqu'à plus de la moitié de celle trouvé lors de l'enquête T₀ (14,2 devient 6,5%).

Ce changement pourrait être du à :

- la forte teneur de protéine dans la spiruline. En fait, les aliments riches en protéines apportent des composants nécessaires à l'élaboration et à l'entretien des tissus de l'organisme, essentiellement des muscles (ARNAL *et al.*, 1997).

- la diminution du taux des enfants souffrant des maladies infectieuses et de mauvais état de santé (fièvre, diarrhée, toux, paludisme...). En effet, plusieurs données sur des enquêtes nutritionnelles confirment que la maladie est l'une des facteurs influençant l'état nutritionnel d'un individu surtout la maigreur (malnutrition aigue ou émaciation) (OMS /UNICEF, 2009 ; YACOUBA *et al.*, 2007). Ce résultat est donc en faveur du caractère thérapeutique de la spiruline qui, selon des auteurs (FEZINY, 2008), favorise l'amélioration de l'état de santé des enfants conduisant à la baisse du taux d'émaciation chez les enfants.

- aux repas servis dans les sites S qui sont meilleurs (qualité, quantité, fortifié) comparé à celui du site T.

Cependant, une augmentation du taux de retard de croissance est notée dans les 2 sites dont respectivement 22,3% et 23,6 % de forme modérée et 24,3% et 33,5% de forme sévère dans les sites S et le site T. Ce résultat est normal puisque le retard de croissance indique la malnutrition chronique donc un traitement de courte durée ne peut pas le corriger.

Concernant le PB des enfants, la différence n'est pas significative pour les deux populations que ce soit pour l'enquête T₀ (P=0,42) que pour l'enquête T1 (P =0,25). Plus des 96% des enfants présentent un état nutritionnel satisfaisant (PB >13,5 cm).

c) Effet de la spiruline sur la prévalence des maladies (Toux "T", Diarrhée "D", Fièvre "F")

Le tableau ci-dessous résume l'effet de la spiruline sur la prévalence des maladies.

Tableau 4: L'évolution de la prévalence (%) des incidences de maladie entre l'enquête TO et T1

Site	Incidence des maladies entre T0 et T1	
S 244 enfants	Toux	9,5 vs 2
	Diarrhée	8,6 vs 2
	Fièvre	8,6 vs 3
	Ensemble	19,6 vs 5,5
T 215 enfants	Toux	10,4 vs 6,9
	Diarrhée	8,2 vs 6,8
	Fièvre	12,5 vs 10,4
	Ensemble	23,4 vs 19,2
T et S 459 enfants	Ensemble	21,2 vs 11,3

Il y avait une forte diminution de la prévalence des maladies chez les sites S que chez le site T.

CONCLUSION

D'après cette étude : 70% des enfants n'ont signalé des effets secondaires sur l'ajout régulier de 2-4g de spiruline dans le plat. La spiruline a permis de suppléer aux besoins nutritionnels essentiels qu'une alimentation peu diversifiée dans les CS et CN ne peut leur apporter. Elle a pu améliorer l'état nutritionnel des enfants notamment sur l'émaciation, l'insuffisance pondérale. La consommation quotidienne durant les cures a fait diminuer de la prévalence des incidences des maladies.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE ET WEBOGRAPHIQUE

(1) **ENSOMD**, 2012 – 2013. Enquête nationale sur le suivi des objectifs du millénaire pour le développement à Madagascar. 100p.

(2) **RAMAHERISOA M.**, 2010. Etude de l'adéquation et de l'impact d'une collation fortifiée utilisée dans le cadre d'un programme d'alimentation scolaire dans les écoles primaires publiques d'Antananarivo. Thèse de doctorat en Science de la vie option biochimie appliquée aux sciences de l'alimentation et de la nutrition. Faculté des Sciences. Université de Tananarive. 220p.

(3) **PNAN**, 2012 - 2015. Note politique pour l'élaboration du plan national d'action en nutrition. 28p.

(4) **PNANSS.**, 2013-2015. Programme national d'alimentation, de nutrition et de santé scolaire.

(6) **CHRISTOPHE H., DENIS V.D. W.**, 2011. Abstracts of recent clinical studies on spirulina. Spirulina in the fight against malnutrition. Fondation Antenna technologies Rue de Neuchâtel 29 - 1201 Geneva (Switzerland). 7p

(7) **SACHDEVA R, KAUR R., SANGHA J.K.**, 2004. Effect of supplementation of Spirulina on the hematological profile and intellectual status of school girls (7-9 years). Journal of Human Ecology. 15(2): pp 105 - 108

(8) **KONÍČKOVÁ R., KATERINA V., JANA V., KATERINA V., MUCHOVA L., SUBHANNOVA I., ZADINOVA M., JAROSLAV Z., ALES D., MICHAL K., HYNEK S., RIMPELOVA S., TOMAS R., RONALD J. WONG, LIBOR V.**, 2014. Anti-cancer effects of blue-green alga Spirulina platensis, a natural source of bilirubin-like tetrapyrrolic compounds. *Annals of Hepatology*. 13(2): pp 273-283

(9) **METWALLY N. S., MAGHRABY A.S., EBTEHAL K.F., HANAA H.A., RAZEK A.H., FARRAG, DOAA S.F., RAWI S.M.**, 2015. Efficiency of the algae spirulina platensis as antidiabetic agent. World Journal of Pharmaceutical Research: Research Article. 4(11): pp18-54

(10) **KAMIAN K., IKNANE A., DJANGO D.M., AYOYA M., DIAWARA A., THIERO T., TRAORE M., DIARRA M., NIANGALY A., KONATE K., SYLLA M., SANOGO R.**, 2011. Effectiveness of the spiruline compared with the traditional methods in the fight against infantile malnutrition in Mali. Mali santé publique 2011, Tome 1, N°001, pp 6- 11

(11) **IPR (INSTITUT OCEANOGRAPHIQUE PAUL RICHARD)**, 2008. **Colloque international sur la spiruline.** " Spiruline et Développement". Tuléar Sud Ouest de Madagascar. 194p