



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

FACULTE DES SCIENCES

MENTION BIOCHIMIE FONDAMENTALE ET APPLIQUEE

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

Parcours : SCIENCES DES ALIMENTS ET NUTRITION

EVALUATION DE L'ETAT NUTRITIONNEL DES ENFANTS DE MOINS DE 12 ANS ET APPRECIATION DE LA CONSOMMATION DE LA SPIRULINE ou *Arthrospira platensis* DISTRIBUEE DANS LES CENTRES NUTRITIONNELS ET CANTINES SCOLAIRES



Présenté par **FIFALIANAHARINTSOA Sitrakilaina**

Maître ès Sciences

Soutenu publiquement le 24 Février 2017 devant les membres du jury :

Président : Professeur RAKOTO Danielle Aurore Doll

Encadreur : Docteur RAZAFINDRAZAKA Vonimanitra

Co-Encadreur : Professeur RALISON Charlotte

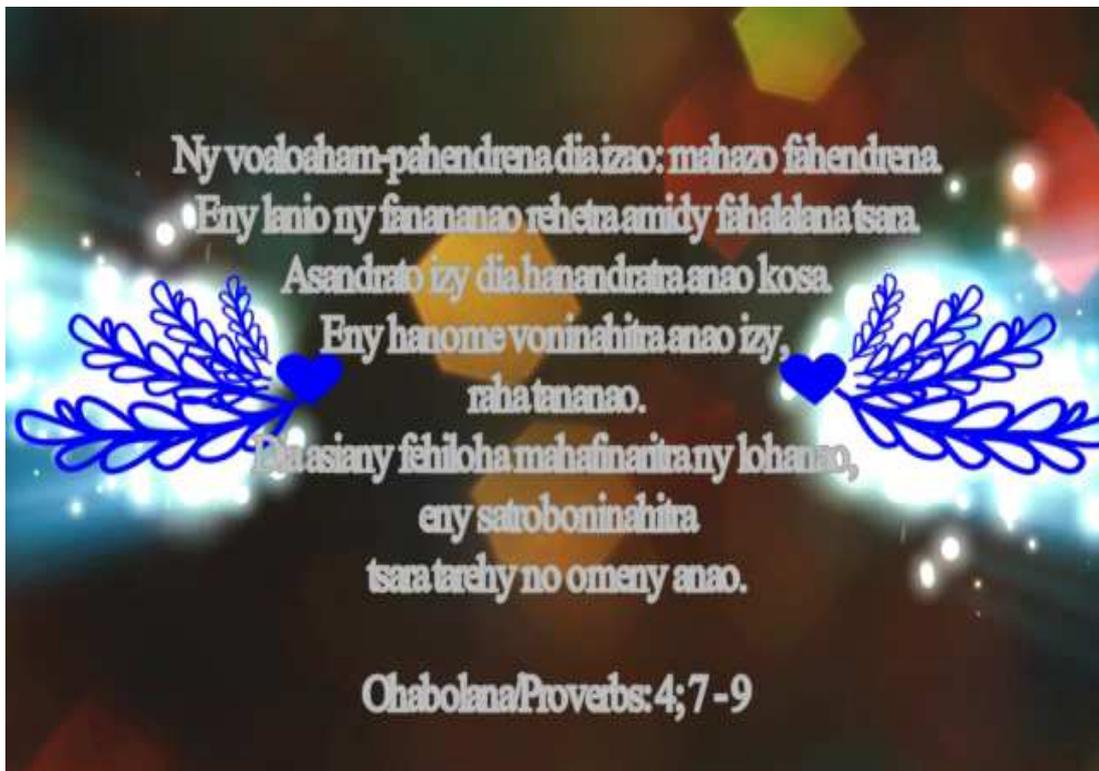
Examineurs: Docteur RAHANITRARIVONY Veronirina

Docteur RAMAMONJISOA Daniel



*Le présent mémoire n'aurait pas pu être réalisé sans l'aide de Dieu à
qui j'adresse mes remerciements éternels.*

*Il a été toujours à mes côtés et m'a permis de triompher de chaque
épreuve et de mener à terme mes études.*



Je dédie ce présent mémoire

*A ma chère maman et à mon beau père qui m'ont
toujours soutenu et m'ont encouragé depuis mes
premières années d'école.*

A mon frère et ma sœur.

*A tous les enfants qui souffrent de la faim et de la
malnutrition.*

A tous les consommateurs de spiruline.

Que Dieu vous bénisse

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier vivement les personnes qui m'ont permis de réaliser cette étude :
Professeur Danielle Aurore Doll RAKOTO, qui m'a fait le plus grand honneur de présider le jury de ce mémoire malgré ses lourdes responsabilités.

A mes encadreurs

- ✚ Madame le Docteur Vonimanitra RAZAFINDRAZAKA, qui a apporté son dévouement et ses riches contributions à mes travaux. Je me rappelle du jour où vous n'avez pas hésité même une seule seconde à superviser mon mémoire. Merci à vous d'avoir accepté de faire partie de cette aventure.
- ✚ Madame Charlotte RALISON, Professeur à l'Université d'Antananarivo, qui malgré ses nombreuses responsabilités a bien voulu accepter avec gentillesse de m'encadrer. Merci pour les conseils inestimables et l'encadrement scientifique au cours de ce travail .
- ✚ Madame Anne- Marie TRINQUIER, pour l'encadrement, les aides, ses conseils. Je voudrais lui exprimer ma sincère reconnaissance pour sa compréhension.

Aux examinateurs:

Docteur Daniel RAMAMONJISOA et Docteur Veronirina RAHANITRARIVONY d'avoir donné leur temps pour évaluer ce présent travail avec dévouements.

A l'Association Esperanza Joie des Enfants, présidé par Monsieur Philippe THIRION, à l'origine de cette étude dont il a suivi avec beaucoup d'attention tout le déroulement. Merci pour son accueil, ses lignes directrices et son soutien matériel.

Ma gratitude s'adresse particulièrement à:

- ✚ Diane de JOUVENCEL, qui m'a donné des guides et des plans pour ma recherche,
- ✚ Les sœurs directrices des écoles et centres nutritionnels particulièrement Sr Abeline, Sr Nirina, Sr Bakoly et Sr Aimée pour leur accueil et accompagnement chaleureux,
- ✚ Mr Christian, Mr Dany et Sœur Jeannie, responsables de la ferme de production de spiruline Fanantenana Vohijanahary Antsirabe, pour leurs conseils et leurs informations,
- ✚ Les cantinières et les professeurs d'écoles, qui ont accepté de m'aider et de me donner leur temps pour m'accueillir et me faciliter les travaux,
- ✚ Les enfants bénéficiaires d'Esperanza, qui ont accepté d'être pris comme populations de l'étude,

✚ Linah Ravololomihanta, qui a collaboré avec moi depuis le commencement de ce travail jusqu'à son terme, et les camarades de notre promotion pour leur aide et leurs conseils,

J'achève mes remerciements avec ma mère Francine, mon oncle Etienne, Ravo, Lahatra ainsi que toute ma famille et mes amis qui m'ont soutenu infiniment tout au long de mes études.

TABLE DES MATIERES

Avant propos	
REMERCIEMENTS	i
TABLE DES MATIERES	iii
LISTE DES ABREVIATIONS	v
GLOSSAIRE	vi
LISTE DES TABLEAUX	vii
LISTE DES FIGURES	viii
LISTE DES ANNEXES	ix
INTRODUCTION	1
Première partie:	1
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	1
I - LES NUTRIMENTS ET LES BESOINS NUTRITIONNELS.....	4
I - 1 - Besoins en macronutriments	4
I - 2 - Besoins en micronutriments.....	5
I - 3 - Besoins en eau	6
II - LA SITUATION NUTRITIONNELLE DES ENFANTS A MADAGASCAR	6
II - 1 - La malnutrition protéino- énergétique	6
II - 2 - Les carences en micronutriments	8
II - 3 - Les causes de la malnutrition : cas de Madagascar.....	8
II - 4 - Les programmes déjà avancés pour la lutte contre la malnutrition.....	9
III - LA SPIRULINE	9
III - 1 - Description botanique, conditions agro-écologiques et cycle de production.....	10
III - 1 - 2 - Description botanique et classification de la spiruline.....	10
III - 1 - 2 - Conditions agro-écologiques	10
Source: Auteur.....	11
III - 1 - 3 - Cycle de développement.....	11
III - 2 - Caractéristiques nutritionnelles de la spiruline	12
III - 3 - Les efficacités de la spiruline.....	13
III - 3 - 1 - Impacts nutritionnels	13
III - 3 - 2 - Effets thérapeutiques.....	13
III - 4 - Les limites de la spiruline.....	13
Deuxième partie:	15
MATERIELS ET METHODES.....	15
I - SELECTION DES ZONES D'ETUDES	16
II – EVALUATION DE L’ETAT NUTRITIONNEL DES ENFANTS	16
II -1 - Recueil des informations socio-sanitaires des enfants.....	17
II - 2 - Recueil des données anthropométriques des enfants.....	17
II - 3 - Traitement de données	18
III. - EVALUATION DE L’ACCEPTABILITE DE LA SPIRULINE	19
III - 1 – Caractérisation de la distribution de spiruline et son acceptabilité.....	20

III - 2 – Etude de l’acceptabilité de la consommation de la spiruline auprès des enfants.....	20
III - 3- Appréciation de la spiruline par les parents	21
Troisième partie:	16
RESULTATS ET DISCUSSION.....	16
I - LES SITES SELECTIONNES	22
II - ETAT NUTRITIONNEL DES ENFANTS	24
II - 1 - Les informations sociodémographiques des enfants.....	24
II - 1 - 1 - La répartition des enfants selon l’âge, le sexe et le site fréquenté	24
II - 1 - 2 -La prévalence des incidences des maladies	25
II - 2 - L’état nutritionnel des enfants.....	26
II - 2 - 1 - La prévalence du retard de croissance ou de la malnutrition chronique	26
II - 2 - 2 - La prévalence de la maigreur	26
II - 2 - 3 - La prévalence de l’insuffisance pondérale	27
II - 2 - 4 - La répartition des enfants selon l’IMC par âge	27
II- 3 -La prévalence des formes de malnutrition en fonction des caractéristiques des enfants	28
III - L’APPRECIATION DE LA CONSOMMATION DE SPIRULINE	31
III - 1 - Caractéristiques de la distribution de la spiruline	31
III - 2 - Appréciations de la distribution de spiruline par les enfants	32
III-2-1- Les réactions de l’enfant	32
III-2-2- Les raisons de la prise	33
III-2-3- Les effets secondaires de spiruline	33
III-2-4- Les effets bénéfiques perçus de la spiruline	34
III -3- Les appréciations de la distribution de la spiruline par les parents	34
III-3-1- La connaissance des parents sur la spiruline	35
III-3-2- Les effets indésirables de la spiruline perçus par parents	35
III-3-3- Les effets bénéfiques de spiruline avancés par les parents	36
DISCUSSION	37
I - Etat nutritionnel des enfants	37
I - 1- Sur le niveau d’incidence des maladies	37
I - 2 - Sur la prévalence des différentes formes de situation nutritionnelle des enfants	38
II – Distribution et acceptabilité de la spiruline	39
II -1 - Sur les formes et les modes de distribution de la spiruline.....	39
II - 2 -Sur les appréciations de la spiruline.....	40
CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	41
CONCLUSIONS.....	43
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	45
WEBOGRAPHIE.....	51
ANNEXE	

LISTE DES ABREVIATIONS

AET	: Apport Energétique Total
ACSQDA	: Agence de Contrôle de la Sécurité Sanitaire et de la Qualité des Denrées Alimentaires
AGSANV	: Analyse Globale de la Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle, et de la Vulnérabilité
BAD	: Banque Africaine de Développement
CDC	: Centers for Disease Control
CN	: Centre Nutritionnel
CS	: Cantinescolaire
EDS	: Enquête Démographique et de Santé
EIPM	: Enquête sur les Indicateurs du Paludisme à Madagascar
ENSOMD	: Enquête Nationale sur le Suivi des Objectifs du Millénaire pour le Développement à Madagascar
EPM	: Enquête Permanente auprès des Ménages
EPP	: Ecole Primaire Publique
ET	: Ecart Type
DRI	: Dietary Requirement Intakes
FAO	: Food and Agriculture Organization (Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)
INSTAT	: Institut National de la Statistique
MPE	: Malnutrition Protéino- Energétique
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
ONN	: Office National de la Nutrition
PMA	: Pays Moins Avancés
PNAN	: Plan National d'Action pour la Nutrition
SSME	: Semaine de la Santé de la Mère et de l'Enfant
TDCI	: Troubles Dus à la Carence en Iode
UNICEF	: Fonds des Nations Unies pour l'Enfance
WHO	: World Health Organization

GLOSSAIRE

Acides gras omega 3 et omega 6: familles d'acides gras insaturés essentiels, déterminés selon la position des doubles liaisons comptées à partir du groupe méthyl (CH_3) à l'extrémité.

Anthropométrie: Branche de l'anthropologie physique ayant pour objet tout ce qui, dans l'organisme humain, peut être mesuré (poids, taille, périmètre du bras et de la boîte crânienne, des viscères, ...).

Anti tumorale: c'est relatif au contre tumeur, c'est-à-dire, anti - prolifération anormale des cellules groupées ou disséminées plus ou moins indifférenciées et autonomes.

Cholestérolémie: concentration du cholestérol dans le sang

Immunostimulant: c'est un produit qui stimule les défenses immunitaires

Hémoglobinémie: concentration de l'hémoglobine dans le sang

Hypoprotidémie: concentration faible des protides ou des acides aminés dans le sang

Lipidémie: concentration de l'ensemble des lipides dans le sang

Sécurité alimentaire: c'est une "situation caractérisée par le fait que toute la population a, en tout temps, accès matériel et socioéconomique garanti à des aliments sans danger et nutritifs en quantité suffisante pour couvrir ses besoins physiologiques, répondant à ses préférences alimentaires, et lui permettant de mener une vie active et d'être en bonne santé"

Malnutrition aiguë: elle est définie par un rapport poids/taille inférieur à -2 scores Z par rapport à la médiane des normes de croissance ou par la présence de signes cliniques d'œdèmes bilatéraux d'origine nutritionnelle

Z score ou score de l'écart type: c'est la différence entre la valeur mesurée chez un individu et la valeur médiane pour la population de référence et en divisant le résultat obtenu par l'écart-type pour la population de référence. .

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Besoins énergétiques (en kcal/j) pour les enfants de 4 à 14 ans.....	4
Tableau 2: Apports recommandés en protéines chez les enfants de 4 à 14 ans (gramme/jour).	5
Tableau 3: Apports journaliers recommandés en quelques vitamines chez les enfants de 4 à 14 ans	5
Tableau 4: Apports journaliers recommandés en quelques minéraux chez les enfants de 4 ans et plus	6
Tableau 5: Teneurs en vitamines de la spiruline (en mg dans 100g MS).....	12
Tableau 6: Teneurs en minéraux de la spiruline (en mg dans 100g de MS)	12
Tableau 7: Caractéristiques des écoles visitées	23
Tableau 8: Répartition des enfants selon l'âge, le sexe et le site.....	24
Tableau 9: Répartition des enfants selon leur niveau scolaire (unité %).....	25
Tableau 10: Fréquence (%) de l'incidence des maladies, de(s) repas manqué(s) dans une journée et situation des parents des enfants de deux sites	25
Tableau 11: La prévalence (%) du retard de croissance, du maigreur, de l'insuffisance pondérale et l'indice de masse corporelle en fonction des caractéristiques des enfants.....	29
Tableau 12: Mode, forme, quantité et moment de distribution de spiruline	31
Tableau 13: Les sensations perçues et les réactions des enfants lors de la prise de spiruline (en %).....	32
Tableau 14: Avis personnels des enfants pour la consommation de la spiruline (en %)	33
Tableau 15: Les effets secondaires de spiruline déclarés personnellement par les enfants.	33
Tableau 16: Evolution des prévalences de la fatigue et de l'appétit durant les deux séries d'enquête (en %).....	34
Tableau 17: La perception des enfants des effets de spiruline au niveau intellectuel	34
Tableau 18: Connaissance des parents sur la spiruline (%)	35

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Evolution de la prévalence de la malnutrition chronique chez les enfants de moins de 5 ans depuis 1992.....	7
Figure 2: Spiruline en paillette et en poudre	10
Figure 4: Cycle de développement de la spiruline.....	11
Figure 3: Eau avec des colonies de spiruline	11
Figure 5: Prévalence du retard de croissance ou de la malnutrition chronique chez les enfants des centres nutritionnels et cantines scolaires de la région Vakinankaratra.....	26
Figure 6: Prévalence de maigreur chez les enfants des centres nutritionnels et des cantines scolaires de la région Vakinankaratra.....	26
Figure 7: Prévalence de l'insuffisance pondérale des enfants de moins de 10 ans de centres nutritionnels et cantines scolaires de la région Vakinankaratra	27
Figure 8: Répartition des enfants selon leur Indices de Masse Corporelle (IMC) selon l'âge .	28
Figure 9: Répartition (%) des parents des enfants de centres nutritionnels et cantines scolaires sur les effets bénéfiques de la spiruline	36

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1:Sélection des zones d'études

Annexe 2:Fiche de recueil des informations socio sanitaires et anthropométriques des enfants

Annexe 3: Fiche d'observation et pesée de la spiruline auprès des sites S

Annexe 4: Questionnaires utilisés pour savoir l'appréciation de la spiruline par les enfants

Annexe 5: Guide de discussions avec les parents

Annexe 6: La production de la spiruline

Annexe 7: Photos prises lors de la mesure anthropométrique, des entretiens avec les enfants et des descentes dans les sites d'interventions.

INTRODUCTION

Madagascar dispose d'importantes ressources potentielles agricoles, forestières, halieutiques et géologiques. Paradoxalement, il se classe parmi les pays les plus pauvres au monde ou pays les moins avancés (PMA) puisque trois quart des malgaches vivent sous le seuil de pauvreté (INSTAT, 2016). De grandes variétés d'aliments sont cultivées et disponibles, pourtant la majorité de la population adopte un régime alimentaire limité aux glucides (riz, manioc, ...) et pauvre en d'autres nutriments de bonne qualité nutritionnelle (Rakotosamimanana, 2014 et Ralison et *al.*, 2005). Ainsi la malnutrition, qui est la conséquence d'un déséquilibre alimentaire, que ce soit par manque ou excès d'un ou plusieurs nutriments, est répandue à Madagascar comme dans d'autres pays en voie de développement, essentiellement d'Afrique et d'Asie du Sud Est (Mercedes et *al.*, 2012). Près de la moitié des enfants de moins de 5 ans accuse un retard de croissance et environ 10 % sont touchés par la malnutrition aiguë (ENSOMD/INSTAT, 2013). Or les conséquences de la malnutrition sont fatales sur le statut physique, sur la santé, sur le développement intellectuel et à long terme sur l'économie d'un pays.

Face à ce fléau, des stratégies de lutte sont consignées dans le Plan National d'Action pour la Nutrition ou PNAN (PNAN, 2005 et PNAN, 2012) et des activités de recherche opérationnelle ont été menées par différents acteurs. Il s'agit, d'une manière générale, de la valorisation des ressources alimentaires locales comme par exemple, l'utilisation de moringa dans l'alimentation et plus récemment de la spiruline.

L'association humanitaire française *Esperanza Joie des Enfants*¹, implantée à Madagascar depuis 1996, participe à la lutte contre la malnutrition. Elle vise à mettre à disposition des jeunes enfants et ceux d'âge scolaire des solutions alimentaires adaptées au contexte socio-économique local. Depuis l'année scolaire 2015/2016, elle distribue de la spiruline en plus du déjeuner à plus de 2600 enfants dans les cantines scolaires et centres nutritionnels qu'elle soutient (ainsi qu'une autre association partenaire, *Para Los Niños*).

La spiruline est une algue bleue verte qui pousse dans des bassins naturels ou semi-naturels ou artificiels. Elle est très connue par sa richesse en protéines et en vitamines et

1 [http :www.esperanzajoiedesenfants.org](http://www.esperanzajoiedesenfants.org)

éléments minéraux (Razafindrajaona et *al.*, 2013). Des études conduites depuis une décennie attestent qu'elle peut constituer un réel atout dans la lutte contre la malnutrition surtout la malnutrition d'origine protéino-énergétique (MPE), d'améliorer la performance immunitaire et de prévenir, voire permettre de traiter, certaines maladies (Christophe et Denis, 2011; Arpita et *al.*, 2014). C'est dans ce cadre de valorisation de la spiruline que s'insère la présente étude intitulée "évaluation de l'état nutritionnel des enfants de moins de douze ans et appréciation de la consommation de la spiruline ou *Arthrospira platensis* distribuée dans les cantines scolaires et les centres nutritionnels" dans la région Vakinankaratra. Elle a comme objectifs spécifiques de :

- déterminer l'état nutritionnel des enfants bénéficiaires avant la cure de spiruline et
- étudier l'acceptabilité de la poudre de spiruline

Afin de bien comprendre l'ensemble du travail, le présent mémoire est structuré comme suit :

- dans un premier temps, une revue bibliographique sur les nutriments et les besoins nutritionnels, la situation nutritionnelle des enfants, les origines de la malnutrition et les programmes déjà déployés pour la lutte contre la malnutrition à Madagascar et sur la spiruline
- dans un deuxième temps seront décrits les matériels et méthodes mis en œuvre,
- dans un troisième temps, les résultats obtenus avec les interprétations
- et enfin les conclusions et quelques perspectives.

Première partie:
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I - LES NUTRIMENTS ET LES BESOINS NUTRITIONNELS

Les nutriments sont des molécules présentes librement dans les aliments ou obtenues après la digestion. Ils se subdivisent selon les besoins journaliers de l'organisme en :

- macronutriments rassemblant les glucides, les protéines et les lipides,
- micronutriments regroupant les vitamines et minéraux
- eau qui peut être classée en aliment et en nutriment.

I - 1 - Besoins en macronutriments

Les glucides, les lipides et les protéines fournissent à l'organisme l'énergie dont il a besoin. Les besoins énergétiques des enfants entre 4 à 14 ans sont résumés dans le Tableau 1:

Tableau 1: Besoins énergétiques (en kcal/j) pour les enfants de 4 à 14 ans

Age (années)	4*	5*	6**	7**	8**	9**	10**	11**	12**	13**	14**
Garçon	1546	1638	1875	2024	1849	2235	2037	1993	2423	2688	2700
Fille	1290	1359	1697	1919	1709	2081	1863	1812	1936	2086	2088

Source: **Torun et al. (1996) ; * ISBN (2005)

Pour les enfants et adolescents, les lipides doivent apporter de 35 à 40% de l'Apport Énergétique Total (AET) avec 12% des acides gras saturés totaux; 4% et 1% respectivement pour les acides linoléique et α -linoléique qui sont des précurseurs des acides gras oméga 3 et oméga 6 (ANSES, 2011). Ces familles de lipides sont importantes dans le métabolisme, la croissance et la différenciation cellulaires (Lavialle et Layé, 2010).

Quant aux protéines, elles fournissent les acides aminés utiles dans le renouvellement et le développement tissulaire et dans de nombreuses fonctions (enzymes, anticorps, médiateurs, hormones, etc. ...) (Arnal et al., 1997) , les besoins en protéines, contribuant de 10 à 15% de l'AET, des enfants de 4 à 14 ans sont présentés dans le tableau suivant:

Tableau 2: Apports recommandés en protéines chez les enfants de 4 à 14 ans (grammes/jour)

Age (années)	4*	5*	6**	7**	8**	9**	10**	11**	12**	13**	14**
Garçon	13,9	15,5	18,8	20,8	23,1	25,7	28,8	32,4	37,5	41,4	46,6
Fille			17,9	20,2	23,0	26,4	30,2	34,0	37,4	40,9	42,7

Source: **Dewey et al. (1996); *WHO/FAO/UNU (2002)

I - 2 - Besoins en micronutriments

Les micronutriments ne fournissent pas de l'énergie mais ils jouent des rôles essentiels au bon fonctionnement et au développement de l'organisme.

Pour les vitamines, l'organisme ne peut pas les synthétiser. Voici quelques vitamines avec leurs apports journaliers recommandés pour les enfants de 4 à 14 ans (Tableau 3).

Tableau 3: Apports journaliers recommandés en quelques vitamines chez les enfants de 4 à 14 ans

Sexe	Age (année)	Vit. A (µg ER)	Folate (µg)	Vit. B6 (mg)	Vit B12 (µg)	Biotine (µg)	Thiamine (mg)	Riboflavine (mg)
Garçon	4- 6	450	200	0,6	1,2	12	0,6	0,6
	7-9	500	300	1	1,8	20	0,9	0,9
	10- 14	600	400	1,3	2,4	25	1,2	1
Fille	4 - 6	450	200	0,6	1,2	12	0,6	0,6
	7-9	500	300	1	1,8	20	0,9	0,9
	10- 14	600	400	1,2	2,4	25	1,1	1,3

Source: FAO/WHO (2005) Vit.: Vitamine ER: Equivalent retinol

Pour les minéraux, ils sont utiles dans la régulation de la pression osmotique, l'équilibre acide base (pH), la constitution de certaines structures comme le squelette, les dents, les enzymes, les hormones et les multiples réactions métaboliques (Dupin *et al.*, 1992). Quelques minéraux sont particulièrement essentiels comme le fer, le zinc et l'iode (UNICEF, 1998). Le tableau qui suit présente quelques minéraux avec les besoins respectifs.

Tableau 4: Apports journaliers recommandés en quelques minéraux chez les enfants de 4 ans et plus

Age (année)	Fer (mg/j) ¹	Zinc (µg/Kg/j) ²	Iode (µg/kg/j)	Calcium (mg/j) ^a	Magnésium (mg/j) ^b
4 - 5	12,6	380	6	600	76
6	12,6	380	6	600	76
7 - 9	17,8	299	4	700	100
Fille : 10	28*	227*	4**; 2***	1300	220
Garçon : 10	19,2*	267*	4**; 2***		230

Source: FAO/WHO, (2005); a et b:FAO (2002)

Pour les enfants de * 11 à 14 ans, ** 7 à 12 ans et *** plus de 13 ans

1 (disponibilité 5%) ; 2(disponibilité 15%).

I - 3 - Besoins en eau

L'eau est vitale pour l'organisme. Les besoins en eau sont 1ml pour un besoins énergétique de 1kcal et varient en fonction de l'âge et inversement proportionnelle à la taille du compartiment lipidique du corps. Dans une journée, elle entre dans le corps par les boissons (1,25 litres), les aliments (1 litre) et par les réactions métaboliques (0,3 litre) ce qui représente au total 2,6 litres et s'élimine via l'urine (1,5 litres), la sudation (0,1 litre), les fèces (0,1 litre) et l'évaporation (0,9 litre). L'eau intervient dans le transport des aliments, l'évacuation des déchets, les échanges intercellulaires et la dissolution des éléments minéraux (Ambroise, 2004).

A Madagascar, une part importante de la population n'accède pas à l'eau potable, ainsi 54% des malgaches s'approvisionnent en eau aux rivières et aux sources non protégées (EPM, 2010).

II - LA SITUATION NUTRITIONNELLE DES ENFANTS A MADAGASCAR

La malnutrition protéino- énergétique, l'anémie ferriprive, l'avitaminose A et les troubles dus à la carence en iode constituent les problèmes majeurs de santé publique (PNAN 2012, 2015).

II - 1 - La malnutrition protéino- énergétique

La Malnutrition Protéino- Energétique (MPE) est principalement la conséquence du déséquilibre des apports en énergie et en protéines et peut se manifester selon les circonstances en malnutrition chronique (déficit alimentaire dans le temps) et en malnutrition aiguë (Aubry et Gaüzèr, 2015). A Madagascar, l'évolution de la malnutrition chronique ou le retard de croissance

chez les enfants de moins de 5 ans depuis 1992 est illustrée par la figure 1. Près de la moitié des enfants de moins de 5 ans, sauf celui de l'EDS 1997 recensant les moins de 3 ans, accuse un retard de croissance. La situation n'a pas connu d'amélioration significative malgré de nombreux efforts déployés par divers acteurs.

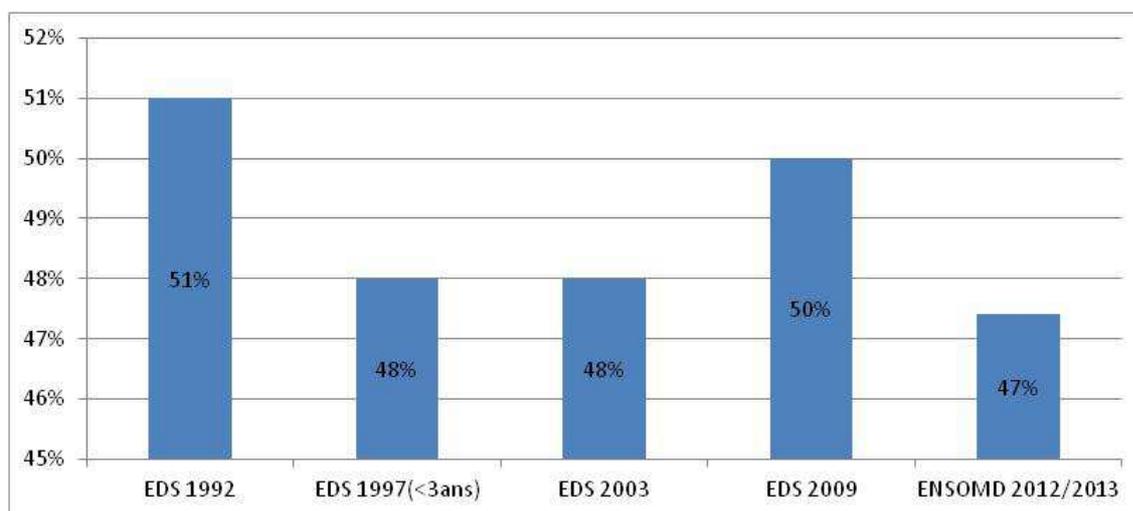


Figure 1: Evolution de la prévalence de la malnutrition chronique chez les enfants de moins de 5 ans depuis 1992

Sources: EDS 1992, EDS 1997, EDS 2003, EDS 2009, ENSOMD/INSTAT, 2012 - 2013
 EDS: Enquête Démographique et de Santé
 ENSOMD: Enquête sur le Suivi des Objectifs du Millénaire pour le Développement à Madagascar

La malnutrition aiguë touche 8,6% de ce groupe d'âge dont 1,4% de forme sévère dans l'ensemble du pays. Les régions présentant une prévalence élevée sont les régions Vakinankaratra (10,1%), Atsimo Atsinanana (10,4%), Alaotra Mangoro (10,8%) et Melaky (10,8%) (ENSOMD/INSTAT, 2012 - 2013). Cette forme de malnutrition touche particulièrement et régulièrement le Sud pendant la saison sèche, la prévalence peut atteindre 15% (BAD, 2016).

Pour les enfants d'âge scolaire, les données nutritionnelles et fiables couvrant l'ensemble du pays se font rares. Si elles existent, elles ne représentent qu'une localité déterminée. Pour la ville d'Antananarivo, le retard de croissance concerne plus de 40 % chez les 4 – 17 ans, la maigreur de 2,5 % chez les mêmes cibles. Quant à l'insuffisance pondérale, toutes classes d'âge confondues, elle est de 36,2 % avec 11,9% de forme sévère (Ramaherisoa, 2010).

II - 2 - Les carences en micronutriments

La carence en vitamine A touche encore 42% des enfants de moins de 5 ans à Madagascar (PNAN 2012, 2015). Concernant le statut en fer en 2009, 51,2% des enfants de moins de 5 ans sont atteints d'une anémie dont 20,1% de forme modérée et 0,8% de forme sévère (EDS 2009), ce taux est encore élevé en 2013 selon le rapport de l' Enquête sur les Indicateurs de Paludisme à Madagascar (EIPM, 2013) car 50% des enfants du même groupe d'âge sont encore concernés.

Concernant les enfants de 6 à 14 ans, les données disponibles font état de la situation en 2001 et montrent une prévalence élevée, de 38% au niveau national dont 25% , 12% et 1% sont respectivement de forme légère, modérée et sévère (Razafiarisoa, 2001). Cette pathologie est due non seulement à la carence en fer mais également en vitamines A, B-6 et B-12, en riboflavine et en folate (Davidson *et al.*, 2003). Elle affecte la capacité physique à travailler et la fonction du cerveau (Hanson *et al.*, 2015).

Pour le TDCI, du fait de l'iodation du sel en 1995, sa prévalence a connu une forte diminution seulement après 5 ans de 22,8% en 1995 devenait 3,5% en 2001 chez les enfants de 6 à 11 ans (Ralison *et al.*, 2005).

II - 3 - Les causes de la malnutrition : cas de Madagascar

La malnutrition résulte de trois types de causes (UNICEF, 1998) : les **causes immédiates** (inadéquation de la ration alimentaire et la maladie), les **causes sous-jacentes** (l'insécurité alimentaire des ménages, l'insuffisance des services de santé et d'assainissement, et la mauvaise qualité des soins apportés aux enfants et aux femmes) et les **causes fondamentales** (politiques, économiques, juridiques et culturelles)

Ces facteurs se manifestent à différents niveaux :

La majorité des malgaches (76%) n'atteignent pas le niveau minimum de l'apport calorique à 2133 kcal/jour (ENSOMD/INSTAT, 2012, 2013), et de plus, le régime alimentaire est pauvre, caractérisé par la forte consommation d'aliments glucidiques (tels le riz) et la faible consommation d'aliments de bonne qualité nutritionnelle (viande, fruits, légumes...) (FAO/PAM, 2015; Rakotosamimanana, 2014 ; Razafiarimanana, 2013; Razanajaona, 2010; Ralison *et al.*, 2005).

Les ressources alimentaires de base, les productions agricoles, sont généralement extensives, à faible rendement, et souvent menacées par des aléas climatiques (précipitations, inondations, sécheresse et cyclones) (FAO, 2015). Ainsi l'insécurité alimentaire touche près de 1,9 millions de personnes en 2015, surtout dans les régions Anosy et Androy (FAO/PAM, 2015).

Les maladies comme les infections respiratoires aiguës, la diarrhée, les fièvres, sévissent surtout chez les jeunes enfants (AGSANV, 2014); l'inefficacité et les carences des services de santé (infrastructures sanitaires, personnels de santé, médicaments,...), l'assainissement pas assuré; l'insalubrité de l'environnement (SN- CSU, 2015) et la défécation dans la nature qui concerne encore 5 malgaches sur 10 (EPM/INSTAT, 2010), aggravent les situations.

II - 4 - Les programmes déjà avancés pour la lutte contre la malnutrition

Les intervenants gouvernementaux ou non participent à la réduction de la prévalence de la malnutrition à Madagascar (ONN, 2012) à travers différentes activités multisectorielles (PNAN I et PNAN II). En voici quelques exemples :

- Pour ce qui est de la stratégie de lutte contre les carences en micronutriments, l'iodation du sel, la campagne bisannuelle de supplémentation en micronutriments tels que fer et acide folique, en vitamine A (depuis 1998) chez les enfants et les femmes enceintes et allaitantes ont été faites (UNICEF/MinSanP, 2011).
- Les programmes d'alimentation scolaire (gouvernementaux ou privés à l'initiative d'associations) ont été mis en place non seulement pour contribuer à la réduction de l'insécurité alimentaire mais aussi pour encourager les parents pauvres à envoyer leurs enfants à l'école (PNAN II).
- Certains acteurs adoptent le renforcement de la performance de la ration alimentaire par la valorisation des ressources alimentaires locales comme *Moringa oleifera* (ananambo) et plus récemment la spiruline.

III - LA SPIRULINE

Depuis plusieurs années, la spiruline a été utilisée dans le domaine alimentaire et médical. Elle a été découverte au Tchad et au Mexique pour la première fois et y est consommée respectivement sous forme Dihé (Dangear, 1940) et tecuitlatl (Fox, 1999). La découverte de la

spiruline à Madagascar à Tuléar a eu lieu en 1989 et les études fondamentales et appliquées de valorisation à l'échelle nationale est promue par le Dr RAMAMPIHERIKA et les équipes de l'Institut Halieutique et Sciences Marines (RAZAFINDRAJONA et *al.*, 2006).

III - 1- Description botanique, conditions agro-écologiques et cycle de production

III - 1- 2 - Description botanique et classification de la spiruline

La spiruline est une algue bleue ou Cyanophycée poussant dans les eaux douces. Elle se présente comme un filament ou trichome enroulé suivant le sens des aiguilles d'une montre, formé par l'empilement des cellules (Jourdan, 2006). Sa longueur moyenne, à 7 spires, est de 250 μ et 10 μ de diamètre. Elle s'adapte morphologiquement au milieu de culture et se déplace dans l'eau comme le mouvement d'une vis.

La spiruline utilisée dans cette étude est classée comme suit (Fox, 1999) :

Règne: Monera

Groupe ou Sous Règne: Procaryotes

Embranchement: Cyanophyta

Classe: Cyanophyceae

Ordre: Nostocales (Oscillatoriales)

Famille: Oscillatoriaceae

Genre: *Arthrospira*

Espèce: *platensis*

Nom vernaculaire: SPIRULINE



Figure 2: Spiruline en paillette et en poudre

Auteur

III - 1 - 2 - Conditions agro-écologiques

La spiruline se développe dans les mares d'eau saumâtres (28 à 40°C), alcalin ($8 < \text{pH} < 11,5$) et à une salinité environ 13g/litres (Jourdan 2006). Son milieu doit contenir des minéraux, du dioxyde de carbone , de l'oxygène , des carbonates et des bicarbonates à fortes concentrations avec une intensité lumineuse élevée et une agitation permettant à la fois la dispersion homogène et l'exposition à la lumière (Loïc et *al.*,2008).



Figure 3: Eau avec des colonies de spiruline

Auteur

III - 1 - 3 - Cycle de développement

Le cycle de développement de la spiruline suit trois étapes fondamentales: la fragmentation de trichome, l'élargissement des cellules hormogonies avec processus de maturation et l'élongation. Les trichomes matures se fragmentent et donnent des nouveaux filaments ou des hormogonies. Les cellules de ces dernières se multiplient par division binaire, croissent en longueur et prennent leur forme hélicoïdale (Ali et *al.*, 2012).

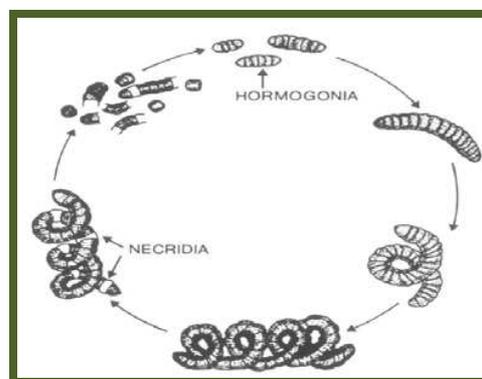


Figure 4: Cycle de développement de la spiruline

Source: Ali et *al.* (2012)

III - 2 - Caractéristiques nutritionnelles de la spiruline

La spiruline est un aliment particulièrement intéressant du point de vue nutritionnel du fait de sa richesse en protéines et en micronutriments. La matière sèche de spiruline peut contenir jusqu'à 87% de protéines de bonne qualité et renfermant tous les acides aminés essentiels (M'BAYE et *al.*, 2011); 5 à 10% des lipides totaux avec l'acide linoléique (9%) et autres acides gras tels que gamma- linoléique (18%), les acides palmitoléique (43%), oléiques (9%) (Bensehaila et *al.*, 2015) et 15 à 25% de glucides avec les glucides assimilables, les glucides simples (glucose, fructose et saccharose) et les polyols (glycérol, mannitol et sorbitol). Elle contient aussi des polysaccharides digestibles et absorbables chez les humains (Falquet et Hurni, 2006).

La spiruline contient une large gamme de vitamines tels que le beta-carotène environ 700-1700 mg / kg convertible en vitamine A chez l'homme. La prise de 1 à 2g de spiruline pourrait couvrir alors le besoins en vitamine A de l'ordre de 1 mg / jour (Gabriela et *al.*, 2015). Elle contient presque toutes les vitamines de groupes B comme la vitamine B9 (folate), B12 (cobalamine), B6 (pyridoxine); la vitamine C (mais à un taux faible par rapport à d'autres sources comme les agrumes ou *Moringa*) et la vitamine E. Voici un tableau présentant quelques vitamines de la spiruline avec leurs quantités respectives.

Tableau 5: Teneurs en vitamines de la spiruline (en mg dans 100g MS)

Vitamines	Riboflavine	Vitamine C	Vitamine B12	Pyridoxine B6	Acide folique
Quantité	3,7	9,0	0,12	0,32	0,034

Source: Zafilaza et *al.* (2015)

Les minéraux, à savoir, le fer, le magnésium, le calcium, le phosphore, le zinc, le potassium, le sodium et les autres minéraux sont présents dans la spiruline.

Tableau 6: Teneurs en minéraux de la spiruline (en mg dans 100g de MS)

Minéraux	Fe	Zn	Ca	Na	K	Mg
<i>S. platensis</i>	87,4	1,45	468	27	1,66	319

Source: Bensehaila et *al.*, (2015)

III - 3 - Les efficacités de la spiruline

III - 3 - 1 - Impacts nutritionnels

La spiruline a démontré son efficacité pour la récupération nutritionnelle des enfants malnutris (Kamian et *al.*, 2011) ; sidéens (Simpore et *al.*, 2007) et sous-alimentés (Masuda et *al.*, 2014). Elle a un effet très positif sur la correction de l'anémie ferriprive par augmentation de l'hémoglobinémie chez l'homme (Sachdeva et *al.*, 2004 ; El-sheekh et *al.*, 2014). Des auteurs prouvent également qu'elle peut réduire le taux de cholestérol, des triglycérides sériques c'est à dire diminue la lipidémie, et augmente le taux des éléments qui interviennent dans le métabolisme de lipides tels que HDL, HDL- cholestérol (El-sheekh et *al.*, 2014, Mazokopakis et *al.*, 2014, Metwally et *al.*, 2015).

III - 3 - 2 - Effets thérapeutiques

Les effets de la spiruline sur la santé sont nombreux tels que l'activité anti- inflammatoire (Parikh et *al.*, 2001), la diminution des risques de cancer du pancréas (Koníčková et *al.*, 2014), le renforcement du système immunitaire qui sert comme barrière contre les infections (Simpore et *al.*, 2008). Elle peut avoir des effets thérapeutiques sur les infections pulmonaires, le mauvais état général, l'asthme et les infections chroniques (IPR, 2008). Une recherche très récente affirme que la spiruline peut augmenter la concentration de l'insuline et de l'albumine et donc contribuer à la prévention de l'hyperglycémie (Metwally et *al.*, 2015).

III - 4 - Les limites de la spiruline

Du point de vue microbiologique, les spirulines provenant des milieux naturels (lac Tchad, certains lacs andins...), se présentent comme des produits non satisfaisants contrairement aux spirulines cultivées en bassins contrôlés (Zafilaza et *al.*, 2015). D'autres auteurs observent que les micro-organismes présents dans la spiruline sont rares et non pathogènes du fait de l'alcalinité de son milieu à savoir *Salmonella*, *Shigella*, les staphylocoques et les amibes (Vermorel et *al.*, 1975). C'est d'ailleurs ce que démontre l'analyse microbiologique trimestrielle qu'effectue, avec un laboratoire agréé, la ferme de production de spiruline FANANTENANA développée par *Esperanza Joie des Enfants*. La spiruline distribuée dans les cantines scolaires et centres nutritionnels, objets de cette étude, est issue en totalité de cette ferme de production.

Du point de vue organoleptique, la spiruline présente une couleur bleu verte ou bien verte foncée avec un extrême pouvoir colorant sur d'autres aliments, elle n'a pas de goût mais une assez forte odeur d'algue (c'est une odeur caractéristique de la spiruline qui est moins agréable, ces caractéristique pouvant donc réduire l'acceptabilité de la spiruline et entraînent la consommation sous forme de mélanges avec d'autres aliments ou des boissons) (Falquet et Humi, 2006).

Le coût de revient pourrait être une limite de la spiruline, d'autant plus quand elle est cultivée dans de petites unités de production qui ne peuvent pas obtenir d'économies d'échelle. De ce point de vue la ferme de production de spiruline FANANTENANA, avec 14 bassins de 60 m² chacun, constitue une grande exploitation, la deuxième semble-t-il en taille pour Madagascar. Le financement par des dons mobilisés par l'ONG *Esperanza Joie des Enfants* et l'absence de coût d'amortissement ou de remboursement de la dette de l'investissement permet de minimiser ce coût de revient.

Le prix de vente est variable. En Europe le prix de vente (avec un packaging commercial et généralement un conditionnement en gélules ou comprimés) est très élevé (environ 130/150 euros² le kilo). Le prix de vente à Madagascar (généralement en poudre ou en paillettes) est de l'ordre de 100 à 150 000 ariary (environ 35 euros), encore faut-il s'assurer de la qualité de la spiruline ainsi commercialisée (et de son absence de mélange/coupage avec d'autres éléments sans apports nutritionnels). On trouve encore très rarement un produit mixte comme spiruline/Moringa qui ouvre pourtant des perspectives nutritionnelles très intéressantes en complétant les performances nutritionnelles de la spiruline avec les apports du *Moringa oleifera* (calcium et vitamine C).

Pour les cantines scolaires soutenues par *Esperanza Joie des Enfants* (et son partenaire Para Los Ninos) la spiruline produite est vendue au coût de revient (50 000 ariary le kg). Elle s'ajoute au coût global de ces repas (630 ariary en moyenne) et représente en moyenne un coût additionnel de 100 ariary (soit 18% du coût complet du repas). Il était donc important pour l'association à l'initiative de cette action de bien apprécier si l'apport de la spiruline, dans le menu des 2600 enfants bénéficiaires, est avéré et justifie donc cette prise en charge.

2 Rappel : le taux de change Euro/Ariary est en 2016 d'environ 3400 à 3500 ariarys pour un euro.

Deuxième partie:
MATERIELS ET METHODES

L'étude comporte deux parties :

- une étude transversale par questionnaire et mesures anthropométriques auprès des enfants, et
- une étude qualitative par des observations et des entretiens pour caractériser la consommation de la spiruline.

Esperanza Joie des Enfants et son partenaire *Para Los Niños* accompagnent dix sites de cantines scolaires (CS) et centres nutritionnels (CN) plus ou moins dispersés à Madagascar. L'étude a donc commencé par une sélection des zones d'intervention.

I - SELECTION DES ZONES D'ETUDES

En raison de la dispersion géographique de 10 sites soutenus par Esperanza Joie des Enfants à Madagascar, il a été décidé d'effectuer une sélection des sites d'études dans la région Vakinankaratra disposant 5 sites, à savoir le CN Ambolotara, CN Ambohimena, CN Ambohipeno, la CS Antsongo et la CN Ampatana.

La sélection a tenu compte des disparités, de l'accessibilité géographique, de la performance et du mode de fonctionnement des sites. Il s'agit de choisir les sites d'études ayant les mêmes contextes socio-géographiques et ayant également des programmes d'alimentation scolaire parmi ceux soutenus par l'ONG Esperanza qui en plus assurent la distribution de spiruline (S) et aussi les écoles publiques ou privés mais qui ne distribuent pas de spiruline, ces écoles serviront de témoin (T). Le questionnaire utilisé est présenté en annexe 1.

II – EVALUATION DE L'ETAT NUTRITIONNEL DES ENFANTS

Les objectifs de cette partie sont

- d'évaluer l'état nutritionnel des enfants à T₀.
- de caractériser les enfants selon leur conditions sociales et d'évaluer l'impact de la prise de spiruline sur leur santé avant et après les cures de spiruline.

Pour se faire, deux séries d'enquête ont été menées dans les sites T et S retenus. Une enquête a eu lieu avant le démarrage de distribution de masse de spiruline pour nous servir de données de base. Cette enquête est nommée T₀.

Après trois (03) mois de cure de ce produit, une seconde enquête nommée T₁ portant le même thème a eu lieu dont l'objectif c'est d'apprécier l'impact de la cure de spiruline.

II - 1 - Recueil des informations socio-sanitaires des enfants

Les informations générales relatives aux enfants sont extraites des registres tenus au niveau de l'établissement scolaire ou des centres nutritionnels fréquentés par les enfants. Il s'agit de la date de naissance des enfants, du sexe, leur niveau scolaire repartit sur préscolaire, douzième, onzième, dixième, neuvième, huitième et septième.

Par contre, les informations sur la santé et la condition sociale des enfants sont obtenues par un entretien par voie de questionnaire avec les enfants. Ces dernières concernent les incidences des maladies (fièvre, diarrhée, toux) dans les deux semaines précédents l'enquête, le rythme alimentaire journalier au niveau familial et la situation des parents (parents présents, mono parental, orphelin). L'enquête sur l'incidence des maladies a été refaite à l'issue des cures pour apprécier les effets de spiruline par rapport à la prévalence de ces maladies.

II - 2 - Recueil des données anthropométriques des enfants

Pour les mesures anthropométriques, le poids et la taille des enfants sont mesurés selon les méthodes décrites par l'OMS (OMS, 2008). La fiche utilisée est présentée en annexe 2.

Pour le poids

Au début des mesures, la balance a été vérifiée par trois prises de poids puis ensuite les autres mesures n'ont été faites qu'une seule fois. Les enfants ont été invités à monter sur la balance (capacité de 130 kg et précision de 0,1 kg) après avoir enlevé leurs vêtements les plus lourds.

Pour la taille

La mesure est faite en position debout en positionnant soigneusement l'enfant. Les enfants sont pieds nus et les cheveux décoiffés ou dénoués.

II - 3 - Traitement de données

Toutes les données recueillies dans les fiches d'enquête sont saisies sur Excel puis converties au format ACCES pour être traitées avec Epi Info 3.5. 4.

Les indices nutritionnels utilisés

Les indices nutritionnels utilisés pour évaluer l'état nutritionnel des enfants sont basés sur la combinaison du poids, de la taille, de l'âge et du sexe de l'enfant par rapport à la médiane de la population de référence de CDC 2000.

- **L'indice de taille pour âge (T/A)** est le reflet de la croissance linéaire passée et permet donc d'identifier les enfants atteints du retard de croissance et ayant souffert de la malnutrition chronique;
- **L'indice poids-pour-taille (P/T)** permet d'identifier les enfants ayant un poids insuffisant pour leur taille et qui sont donc atteints de maigreur résultant d'une malnutrition aiguë;
- **L'indice poids-pour-âge (P/A)** permet d'identifier les enfants dont le poids insuffisant pour l'âge (insuffisance pondérale) peut résulter soit d'un retard de croissance, soit d'un état de maigreur, soit de la combinaison des deux.

Pour chacun de ces trois indices, on considère que des **valeurs comprises entre -2 et -3 ET** (Ecart Type) témoignent d'un état de **malnutrition modérée** et que des **valeurs inférieures à -3 ET** sont révélatrices d'une **malnutrition sévère**.

Pour préciser le statut pondéral des enfants en fonction de l'âge, **l'IMC (indice de masse corporelle) par âge**, ainsi que les indices nutritionnels exprimés en z-score en fonction de leur âge ont été utilisés (WHO, 2007)

- si le z-score est inférieur à - 3ET, l'enfant souffre d'un faible poids/taille sévère,
- si le z-score est inférieur à -2ET: l'enfant est atteint d'un faible poids/taille modéré,
- si le z-score est supérieur à 1ET, l'enfant a un risque du surpoids,
- et si le z-score est supérieur à 2ET, l'enfant souffre d'obésité.

Formule de l'**Indice de Masse Corporelle** (WHO, 2007)

IMC (kg/m^2) : c'est le rapport entre le poids (P) exprimé en kilogramme (Kg) et la taille (T) exprimée en m^2 .

$$\text{IMC (kg/m}^2\text{)} = \text{P(kg)}/\text{T(m}^2\text{)}$$

Des **variables synthétiques** ont été définies pour regrouper et décrire certaines caractéristiques des enfants et pour apprécier leurs effets sur la prévalence des différentes formes de l'état nutritionnels de l'échantillon.

- le **sexe** comporte deux modalités: garçons et filles,
- les **âges** sont répartis en tranches de 3 à 5 ans, 6 à 9ans et 10 à 12 ans,
- la variable **site** comporte deux modalités: site sous spiruline "S" et site témoins "T",
- les **écoles** se distinguent en Centre nutritionnel (CN) Ambohimena, CN Ambolotara, CN Ambohimeno, Cantine scolaire (CS) Antsongo et CS Tsivatrinikamo,
- Le **niveau scolaire** comprend 12ème, 11ème, 10ème, 9ème, 8ème et 7ème.
- le **rythme alimentaire** journalier familial des enfants est décrit en distinguant deux classes: les enfants ayant accès au petit déjeuner ou non,
- la **situation des parents** prend en compte trois modalités: père absent, mère absente et père et mère absents et
- l'**incidence des maladies** comporte deux modalités: malades (enfants affectés par une ou les maladie(s) considérée(s)) ou non malades

Les niveaux de significativité des effets de ces différents facteurs pris en compte sur les prévalences ou l'état nutritionnel des enfants ont été étudiés par le test du Chi-2. Si la valeur de p est inférieure à $0,05$, les facteurs identifiés ont des effets significatifs sur les indices exprimés en Z-scores.

III. - EVALUATION DE L'ACCEPTABILITE DE LA SPIRULINE

La spiruline distribuée est cultivée en la ferme Fanantenana Vohijanahary Antsirabe. La spiruline est d'abord séchée puis réduite en poudre ou en paillettes, conditionnée dans des sachets en plastique hermétiquement soudés. Le produit fini est certifié propre et sain à la

consommation humaine par l'Agence de Contrôle de la Sécurité Sanitaire et de la Qualité des Denrées Alimentaires (ACSQDA) qui effectue un contrôle chaque trimestre. Les détails de la production sont présentés en annexe 6.

Après l'observation sur chaque site S, une enquête auprès des enfants et des parents a été effectuée pour évaluer l'acceptabilité de la spiruline.

III - 1 – Caractérisation de la distribution de la spiruline et son acceptabilité

Une observation (dont la fiche de collecte de données est présentée en annexe 3), est effectuée pendant les cures de distribution de la spiruline (3 périodes par an, de 7 semaines chacune, après la rentrée scolaire, puis en février/mars, puis en mai/juin). Cette observation avait pour but de déterminer:

- le **respect de la quantité** recommandée pour une prise
- la **forme de la spiruline** servie aux enfants
- le **mode de distribution**.

Le poids moyen de spiruline a été évalué sur 10 pesées à l'aide d'une balance de précision de 0,1g, KERN EMB 500-I.

III - 2 – Etude de l'acceptabilité de la consommation de la spiruline auprès des enfants

Lors des enquêtes T₀ et T₁, les enfants des sites S capables de répondre aux questions ont été interviewés pour étudier l'acceptabilité de la consommation de la spiruline. Les questionnaires utilisés durant ces enquêtes sont en annexe 4 et comportent cinq thèmes:

- les réactions des enfants par rapport à la distribution de spiruline
- les raisons de la prise de la spiruline
- les effets secondaires de la spiruline supposés par les enfants
- les effets bénéfiques de la spiruline perçus par les enfants
- les effets bénéfiques de la spiruline par rapport à la fatigue, l'appétit ainsi que la performance scolaire observés factuellement par les parents, les enseignants et les responsables des cantines.

III - 3- Appréciation de la spiruline par les parents

Un focus groupe a été mis en œuvre pour estimer la connaissance des parents sur la spiruline, pour collecter leurs avis sur la distribution ainsi que leurs perceptions sur les comportements des enfants depuis la première cure de spiruline (la distribution systématique sur les dix sites a début en octobre 2015).

Les guides de discussions menés lors de ce focus groupe (en annexe 5), ont été centrés sur:

- les connaissances des parents sur la spiruline
- les avis des parents sur la distribution de la spiruline
- les changements de comportement (positif ou négatif) des enfants perçus par les parents.

Troisième partie:
RESULTATS ET DISCUSSIONS

I - LES SITES SELECTIONNES

Huit écoles ont été visitées : 5 sous spiruline (S) et 3 écoles témoins (T). Ces écoles distribuent quotidiennement les repas en plusieurs services entre 10h 30 et 13 h.

Pour les écoles S, la quantité de spiruline servie aux enfants est d'une cuillère à café (CC) pour tous les sites sauf chez le CS d'Ampatana qui donne 2 CC pour les enfants qu'ils considèrent comme « grands ». L'approvisionnement en spiruline, pour tous les sites, par achat, est fonction du nombre d'enfants pris en charge. Toute fois, la quantité distribuée chaque jour varie selon le nombre d'enfants présents.

Sur la base des critères de sélection, la CS d'Ampatana a été exclue faute d'outils permettant le suivi des élèves et le non respect de la quantité de spiruline distribuée.

Pour les écoles T, dans l'EPP Tsivatrnikamo, les critères de sélection ont été remplis, ainsi cette école a été retenue. Quand aux 2 autres, l'une a refusé de coopérer et pour la seconde, la cantine scolaire est payante et par conséquent le nombre d'enfants, en raison de leurs besoins et possibilités, varie fortement d'un jour à l'autre et n'est donc pas représentatif du nombre d'enfants scolarisés dans cette école. Il est alors difficile de garantir un suivi permanent des enfants. Ce site a donc également été exclu.

Le Tableau 7 synthétise les résultats de la sélection des sites S et T.

Les sites retenus comme S sont donc la CS d'Antsongo, le CN Ambohimena, le CN Ambohimpeno et le CN Ambolotara comme site T, l'EPP Tsivatrnikamo. Ils appartiennent à la région Vakinankaratra et à la commune urbaine d'Antsirabe sauf le CN Ambolotara qui se situe dans la commune rurale d'Ambatomikolahy (Betafo).

Tableau 7: Caractéristiques des écoles visitées

	SITES SOUS SPIRULINE					SITES TEMOINS		
SITE	Ambohimena	Ampatana	Antsongo	Ambohipeno	Ambolotara	Ambohimena	Tsivatrinikamo	Ambohimena
Nature	CN	CS	CS	CN	CN	CS	CS	CS
Effectif des élèves	48	270	300	110	51	-	350	Environ 30
Effectif des enfants < 12 ans	33	37	131	51	32	-	214	Environ 30
Détention de registre de présence	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non
Accessibilité géographique	Bus et 30 min	Bus et 30 min	Bus et 30 min	Bus et 30 min	Bus et moto : 2 heures	Pieds 10minutes	Bus 30minutes	Pieds 0minutes
FONCTIONNEMENT DE LA CANTINE								
Distribution journalière de repas	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Distribution journalière de spiruline	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non
Quantité de spiruline servie	1 CC	1CC ou 2 CC	1CC	1CC	1CC	-	-	-
Surveillance lors de la distribution	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	-	-	-
Moyen d'approvisionnement en spiruline	Achat de quantité de spiruline prévisionnel pour une cure auprès de responsable de la ferme de production avant le démarrage de la cure					-	-	-
MOYENS LOGISTIQUES DISPONIBLES POUR LA REALISATION D'UNE ETUDE								
Matériels de mesure anthropométrique	Oui	Oui	Non	Non	Oui			
Personnels capables d'intervenir	Oui	Non	Non	Non	Non	-	Oui	Oui
Accès à la cantine	Gratuit	Gratuit	Gratuit	Gratuit	Gratuit	Gratuit	Gratuit	Payant

II - ETAT NUTRITIONNEL DES ENFANTS

II - 1 - Les informations sociodémographiques des enfants

II - 1 - 1 - La répartition des enfants selon l'âge, le sexe et le site fréquenté

Le nombre d' enfants des sites retenus est de 459 : 49,7% sont des garçons et 50,3% sont des filles. La répartition des deux groupes est donc équilibrée dans l'ensemble. Pour le site T, il y a 215 enfants contre 244 enfants pour les sites S. Les enfants appartiennent au groupe d'âge de 3 à 12 ans et aux classes de préscolaire à septième.

Les tableaux 8 et 9 synthétisent la répartition de la population étudiée selon leur âge, leur sexe, leur niveau scolaire ainsi que le groupe qu'on désigne par "S" ou "T"

Tableau 8: Répartition des enfants selon l'âge, le sexe et le site

Site	Age (années)	Sexe	Nombre d'enfants
S 244 enfants	3 à 5	Garçon	25 (44,6%)
		Fille	31 (55,3%)
	6 à 9	Garçon	62 (46,2%)
		Fille	72 (45,2%)
	10 à 12	Garçon	27 (50%)
		Fille	27 (50%)
T 215 enfants	3 à 5	Garçon	18 (54,5%)
		Fille	15 (45,4%)
	6 à 9	Garçon	44 (42,3%)
		Fille	60 (57,7%)
	10 à 12	Garçon	35 (45,4%)
		Fille	42 (54,5%)
Effectif total: 459 enfants	3 à 12 ans	Garçon	228(49,7%)
		Fille:	231(50,3%)

Les classes de préscolaire, 12ème ainsi que la septième sont les moins représentés dans l'échantillon à étudier comme présenté par le tableau 9.

Tableau 9: Répartition des enfants selon leur niveau scolaire (unité %)

Sites	Effectif	Présco	12eme	11eme	10eme	9eme	8eme	7eme
S	244	7	10,1	17,6	17,6	22,6	14,6	10,6
T	215	13,33	-	26,19	15,23	20,95	19,4	5,14

II - 1 - 2 -La prévalence des maladies

La prévalence des maladies toutes confondues est de 21,2% en T0 et 11,3% en T1. Une variation entre les types de maladies considérées a été constatée à savoir, toux (9,8%), diarrhée (8,3%) et fièvre (6,1%) (cf. Tableau 10). Cette prévalence n'a pas de différence significative entre les sites S et T.

Après les cures de spiruline, il y a une forte diminution de la prévalence de la maladie entre T0 et T1 au niveau du site S, 19,6% vs 5,5% avec comme pour la toux 2 vs 9,5%, la diarrhée 2 vs 8,6% et 3 vs 8,6% pour la fièvre. Dans le site témoin, l'incidence des maladies diminue également mais pas significativement par rapport à la précédente 23,4% vs 19,2% avec la toux, 6,9 vs 10,4% , la diarrhée, 6,8 vs 8,2% et la fièvre, 12,4 vs 10,4%.

Tableau 10: Fréquence (%) de l'incidence des maladies, de(s) repas manqué(s) dans une journée et situation des parents des enfants de deux sites

Sites	Maladies	Incidence des maladies		Rythme alimentaire		Situation des parents	
		T ₀	T ₁				
S 244 enfants	Toux	9,5	2	Petit déjeuner manqué	6,5	Parents présents	73
	Diarrhée	8,6	2	Déjeuner manqué	0	Père seul	9,5
	Fièvre	8,6	3	Dîner manqué	0,5	Sans parents	3,2
	Ensemble	19,6	5,5	-	-	-	-
S 215 enfants	Toux	10,4	6,9	Petit déjeuner manqué	13,2	Mère seule	4,2
	Diarrhée	8,2	6,8	Déjeuner manqué	0	Parents présents	88,2
	Fièvre	12,5	10,4	Dîner manqué	0,7	Père seul	6,3
	Ensemble	23,4	19,2	-	-	Sans parents	1,4
Ensemble S/T	Ensemble	21,2	11,3	-	-	-	-

Concernant les régimes alimentaires quotidiens, dans l'ensemble des sites S et T, 6,9% des enfants ont le ventre vide avant d'aller à l'école et 0,4% d'entre eux n'ont pas accès au dîner. Quant au critère familial des enfants, dans l'ensemble des sites, 1,7% des enfants n'ont pas de parents, 7,8% sont élevés par la mère seule et 5,2% n'ont pas de mère au foyer.

II - 2 - L'état nutritionnel des enfants

II - 2 - 1 - La prévalence du retard de croissance ou de la malnutrition chronique

La prévalence du retard de croissance est de 42,3% avec 19% de forme sévère chez l'ensemble des enfants et il **n'y a pas au début de la cure de spiruline de différence significative entre le site sous spiruline et le site témoins**. A mesure que les enfants grandissent, plus le taux de retard de croissance augmente. La figure suivante présente la prévalence de retard de croissance chez les enfants en question.

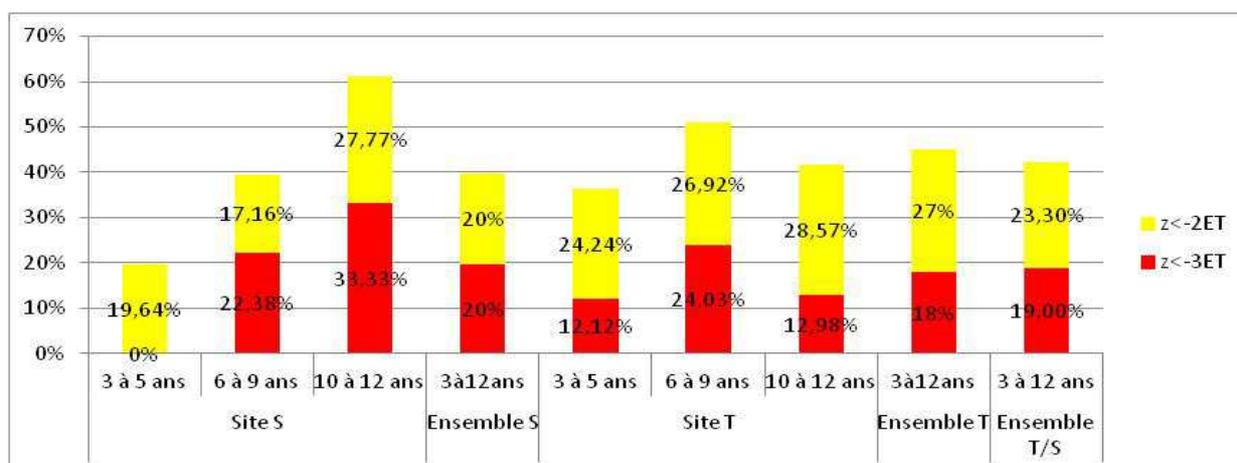


Figure 5: Prévalence du retard de croissance ou de la malnutrition chronique chez les enfants des centres nutritionnels et cantines scolaires de la région Vakinankaratra

II - 2 - 2 - La prévalence de maigreur

La figure 6 qui suit présente la prévalence de maigreur chez les enfants.

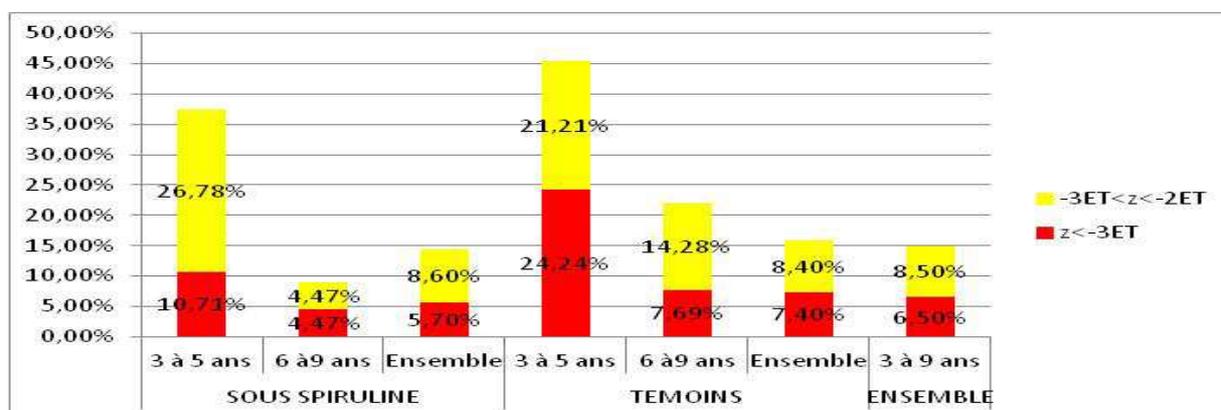


Figure 6: Prévalence de maigreur chez les enfants des centres nutritionnels et des cantines scolaires de la région Vakinankaratra

La prévalence de maigreur reste à 15% pour toutes classes d'âges et tous les sites confondus avec 8,5% de forme modérée et 6,5% de forme sévère. Il n'y a pas de différence significative entre les sites S et le site T (14,3% et 15,8% respectivement). Pour la maigreur, la prévalence est significativement élevée aussi bien dans le site S que site T, chez les enfants de < 6 ans (37,5% et 45,5%) que chez les enfants de 6 à < 10 ans (9% à 18,3%).

II - 2 - 3 - La prévalence de l'insuffisance pondérale

L'insuffisance pondérale atteint 53% de l'ensemble des enfants avec 29% de forme sévère mais cette dernière varie selon l'âge des enfants. Pour le site S, 7,1% pour les enfants de 3 à 5 ans contre 20,1% pour les 6 à 9 ans. Pour le site T, 21,2% et 29,8% respectivement pour les enfants de 3 à 5 ans et ceux de 6 à 9ans. La figure 7 présente la prévalence de l'insuffisance pondérale des enfants en fonction des sites et de leurs âge.

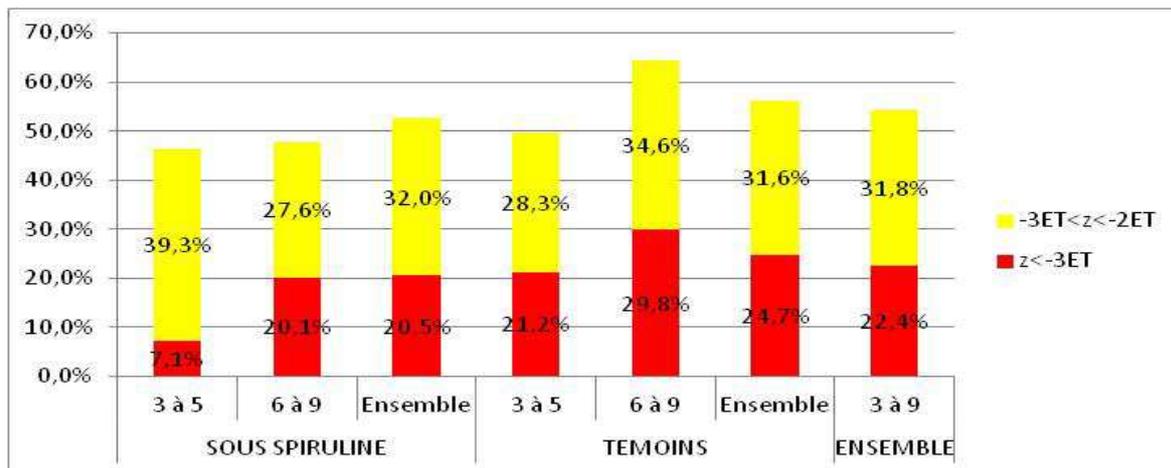


Figure 7: Prévalence de l'insuffisance pondérale des enfants de moins de 10 ans de centres nutritionnels et cantines scolaires de la région Vakinankaratra

II - 2 - 4 - La répartition des enfants selon l'IMC par âge

L'IMC pour âge des enfants détermine précisément le rapport entre la taille et le poids et cette fois en tenant compte de leur âge et de leur sexe. Ainsi le graphe suivant montre la répartition des enfants de 5 à 12 ans selon leur IMC.

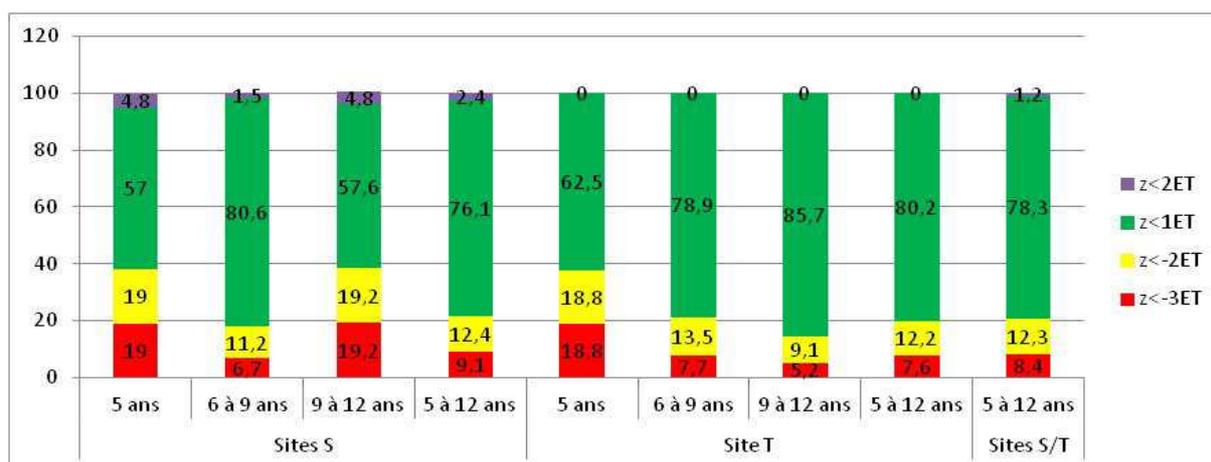


Figure 8: Répartition des enfants selon leur Indices de Masse Corporelle (IMC) selon l'âge

Il ressort de cette enquête que dans l'ensemble des sites, **78%** des enfants sont qualifiés ayant un **poids normal par rapport à la taille**, 12% et 8% des enfants ont respectivement un poids faible modéré et sévère par rapport à leur taille. 1,2% des enfants seulement sont en risque de surpoids.

Aucune différence importante n'est observée entre les sites S et T.

II- 3 -La prévalence des formes de malnutrition en fonction des caractéristiques des enfants

Les effets des caractéristiques des enfants à savoir le sexe, le niveau scolaire, la prise ou non du repas avant d'aller à l'école, la situation des parents, les maladies, le site fréquenté par les enfants, sur la prévalence des formes de malnutrition (retard de croissance, maigreur, insuffisance pondérale et l'IMC- âge) sont présentés par Tableau 11.

Les différentes formes de situation nutritionnelle des enfants sont généralement influencées par certaines caractéristiques des enfants.

Le retard de croissance est influencé par la classe d'âge dont les enfants les plus âgés sont plus retardés en taille que les enfants moins âgés, de même pour le sexe dont les garçons sont plus touchés que les filles (42,5% vs 42%) et également par le site fréquenté des enfants tels que le site Ambolotara (63,6%), celui d'Ambohimena (62,1%) et de l'EPP Tsivatrnikamo (45%) présentent une prévalence de la malnutrition chronique élevée par rapport aux autres sites.

Quant à l'IMC, les variables "sexe, classes d'âges, écoles et niveau scolaire" présentent une différenciation concernant la haute prévalence sur l'IMC faible.

Les garçons sont plus touchés par le faible IMC que les filles avec une prévalence respective de 28% et 17%.

La prévalence de l'IMC se qualifiant être faible est inversement proportionnelle à l'âge de l'enfant. Plus les enfants grandissent plus la prévalence de l'IMC faible diminue et de même pour le niveau scolaire.

Une prévalence élevée de l'IMC faible a été observée chez les enfants d'Antsongo (34%) et ceux de l'EPP Tsivatrnikamo (17%) par rapport aux autres. Il est utile de rappeler que la cantine scolaire Antsongo ne disposait pas d'une cantine scolaire jusqu'à sa création par *Esperanza Joie des Enfants* à la rentrée scolaire d'octobre 2015, alors que la comparaison est effectuée avec l'EPP Tsivatrnikamo dont les élèves vont à la cantine scolaire.

Tableau 11: La prévalence (%) du retard de croissance, de la maigreur, de l'insuffisance pondérale et l'indice de masse corporelle en fonction des caractéristiques des enfants.

Caractéristiques des enfants	Retard de croissance	Maigreur	Insuffisance pondérale	Indice de Masse Corporelle		
				Faible	Normale	Surpoids
SEXE						
Garçons	42,5	13,9	56,1	28,1	71,1	0,9
Filles	42	16,2	51,4	17,7	80,1	2,2
Valeur de <i>p</i>	0,0006	0,3379	0,5107	0,0200		
CLASSES D'AGES						
3 à 5 ans	25,8	40,44	48,3	37,8*	59,5*	2,7*
6 à 9 ans	44,8	13,2	55,0	19,3	79,8	0,8
10 à 12 ans	49,6	1,5	57,2	13,3	80,2	1,5
Valeur de <i>p</i>	0,0583	0	0,1369	0,0329		
SITES S/T						
Site S	39,8	14,2	52,5	24,2	73,8	2
Site T	45,1	15,8	56,3	21,4	77,7	0,9
Valeur de <i>p</i>	0,1359	0,0953	0,5269	0,4593		
ECOLES						
Ambohimena	62,1	3,4	72,4	10,3	82,8	6,9
Ambohimpeno	39,2	7,8	51	17,6	82,4	0
Ambolotara	63,6	3	57,6	6,1	90,9	3
Antsongo	29	22,1	47,3	34,4	64,4	1,5
Tsivatrnikamo	45	15,8	56,3	17,4	77,7	0,9
Valeur de <i>p</i>	0,0003	0,0069	0,1303	0,0012		

NIVEAU SCOLAIRE						
Préscolaire	7	53,5	10,8	-		
12ème	5,9	17,4	7,1	-		
11ème	57,6	20,2	27,5	26,3	71,7	2
10ème	41,2	13	54,1	23,5	75,3	1
9ème	39,1	7,2	18,3	15,2	83,7	1,1
8ème	37,8	0	8,3	13,3	84,4	2,2
7ème	9,6	0	8,8	10,4	87,5	2,1
Valeur de <i>p</i>	<i>0,0376</i>	<i>0</i>	<i>0,0482</i>	<i>0,0004</i>		
REPAS						
Accès au petit déjeuner	42,6	15	54,4	23	75,3	1,6
Non accès au petit déjeuner	37,9	13,8	51,7	20,7	79,3	0
Valeur de <i>p</i>	<i>0,0865</i>	<i>0,0057</i>	<i>0,008</i>	<i>0,7434</i>		
PARENTS						
Père seul OUI	53,3	0	73,3	17,6	82,4	0
NON	41,9	15,5	53,6	23,3	75,1	1,6
	<i>0,3801</i>	<i>1,6617</i>	<i>1,5502</i>	<i>0,5432</i>		
Mère seule OUI	55,9	2,9	24 70,6	20	80	0
NON	11,2	16	225 52,9	23	75,5	1,6
Valeur de <i>p</i>	<i>0,7897</i>	<i>3,2429</i>	<i>3,2711</i>	<i>0,8469</i>		
Sans parents OUI	1,2	2,9	22,2	22,2	77,8	0
NON	54,6	14,9	42,7	22,9	75,6	2
Valeur de <i>p</i>	<i>0,8726</i>	<i>0,0192</i>	<i>0,7897</i>	<i>0,9289</i>		
MALADIES						
Malades	15,5	15,9	54,2	23,8	76,2	0
Non malades	41,4	14,9	54,3	22,7	75,5	1,8
Valeur de <i>p</i>	<i>0,6231</i>	<i>0,0001</i>	<i>0,0078</i>	<i>0,5642</i>		
Effectif total 459	265	390	210	105	345	7

* pour les enfants de 5ans

III - L'APPRECIATION DE LA CONSOMMATION DE SPIRULINE

III - 1 - Caractéristiques de la distribution de la spiruline

Le tableau suivant synthétise les résultats des observations auprès des sites sous spiruline lors de la distribution de ce produit.

Tableau 12: Mode, forme, quantité et moment de distribution de spiruline

Sites	Antsongo	Ambohimpeno	Ambolotara	Ambohimena
Nombre prévisionnel d'enfants	225	120	50	50
Ustensiles utilisés pour la mesure de spiruline	Cuillère à café (CC)	CC	Tasse à café	CC
Quantité moyenne de spiruline /enfants (g)	4	4	2	4
Forme de spiruline servie	Poudre ou paillette	Poudre	Jus de spiruline	Jus de spiruline
Mode et moment de distribution	Midi lors du déjeuner	Midi, lors du déjeuner	10 h, lors du goûter	Midi, lors du déjeuner

Jus de spiruline: eau sucrée mélangée à la spiruline

Quels que soient le mode et la forme de distribution de la spiruline, elle n'est jamais soumise ni à un traitement thermique ni à une cuisson qui détruiraient en grand partie ses propriétés nutritionnelles. La majorité des responsables la distribuent lors du déjeuner sauf Ambolotara qui le fait pendant l'heure du goûter.

La spiruline est servie aux enfants :

- Soit sous forme poudre ou sous forme de paillettes. La quantité reçue par enfant est d'une CC, soit l'équivalent de 4g en moyenne (ce qui est supérieur à la préconisation de l'Association qui recommande 2 à 3 g par CC),
- Soit diluée dans un liquide (eau sucrée, yaourt, lait). Pour ce deuxième cas, la dose par enfant est réduite à 2g en moyenne pour la cantine d'Ambolotara.



Figure 4: Les différents modes de distribution de spiruline dans les centres nutritionnels et des cantines scolaires de la région de Vakinankaratra

Source: Auteur

III - 2 - Appréciations de la distribution de spiruline par les enfants

III-2-1- Les réactions de l'enfant

Les enquêtes ont été effectuées sur 238 enfants lors de la première série et 211 lors de la deuxième et sur 143 parents. Le changement d'effectif des enfants est dû leurs l'absence lors de la deuxième série.

Les sensations perçues lors de la prise de spiruline ainsi que les réactions des enfants sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 13: Les sensations perçues et les réactions des enfants lors de la prise de spiruline (en %)

Réactions des enfants	Enquête T0	Enquête T1
Enfants n'ayant pas aimé le goût	76,4	29,71
Enfant n'ayant pas aimé l'odeur	63,61	40,9
Enfant ayant envie de vomir	6,3	4,6
Enfant ayant la nausée	41,6	6,18
Enfants habitués à la consommation de spiruline	91,6	96,89
Effectif de l'ensemble	238	211

L'odeur et le goût de la spiruline sont des caractéristiques sensorielles que les enfants n'apprécient pas et ce généralement au début de la cure (T0). Cependant, la proportion d'enfants n'ayant pas apprécié le produit a connu un net recul, entre les T0 et T1. Tout au long de la période de distribution, plus de 9 enfants sur 10 prennent l'habitude de consommer.

Au début de la cure, la consommation de spiruline a connu quelques difficultés car 14% des enfants soit 34 parmi 238 enfants enquêtés n'avaient pas envie de continuer la cure.

III-2-2- Les raisons de la prise

Concernant les raisons de la prise, 52% des enfants prennent la spiruline à cause de ses supposés bienfaits, 29% d'entre eux par crainte de responsables et 19% l'ont pris par curiosité (cf. **Tableau 14**)

Tableau 14: Avis personnels des enfants pour la consommation de la spiruline (en %)

Motivation	Antsongo	Ambohimena	Ambohimpeno	Ambolotara	Ensemble
Curiosité	17,2	9,4	9,4	34,3	18,8
Bienfaits	72,4	46,9	46,9	65,7	51,9
Pénalité	10,3	43,8	43,8	0	29,4
Effectif	136	32	35	35	238

III-2-3- Les effets secondaires de la spiruline

Ce tableau montre les impacts considérés comme effets secondaires déclarés par les enfants ayant participé à l'enquête.

Tableau 15: Les effets secondaires de spiruline déclarés personnellement par les enfants.

Effets possibles	Fréquence %
Aucun	70,2
Fièvre ou migraine	18,5
Mal à la tête	0,8
Mal aux dents	1,7
Mal à la gorge	1,3
Mal au ventre et ou diarrhée	5,5
Toux	1,3
Malaise	0,4
Vomissement	0,4
Effectif total	238

Il ressort de cette enquête que l'adoption de la spiruline comme un nouvel aliment, n'a provoqué aucun effet secondaire chez 70% des enfants.

III-2-4- Les effets bénéfiques perçus de la spiruline

a) Sur la fatigue et l'appétit

Une amélioration de la prévalence de la fatigue et de l'appétit est perçue par les enfants durant les cures de spiruline. Ci dessous un tableau montrant l'évolution de taux des enfants ayant déclaré une amélioration concernant la fatigue et l'appétit dans les deux séries d'enquêtes:

Tableau 16: Evolution des prévalences de la fatigue et de l'appétit durant les deux séries d'enquête (en %)

	Avant les cures	Après les cures
Fatigue	8,0	0
Appétit	91,5	99,4
Effectif	238	211

Apparemment, le taux d'enfants se déclarant « fatigués » chute en passant de 8 % à 0% à l'issue des cures. Concernant l'appétit, avant les cures, 91,5 % des enfants avaient un bon appétit et ce taux s'est élevé à 99,4 % à l'issue des cures.

b) Sur la performance scolaire

Les 82,5% des enfants bénéficiaires de la spiruline déclarent avoir perçu que leur performance scolaire s'est améliorée au cours des trois cures de spiruline, 11,4 % déclarent n'ayant pas constaté de changement malgré les trois cures de spiruline. Seulement 6,2 % n'ont pas remarqué de changement. (cf. Tableau 17).

Tableau 17: La perception des enfants des effets de spiruline au niveau intellectuel

Perception	PS amélioré	PS constante	Rien à signaler
Pourcentage	82,5	11,4	6,2
Effectif total: 211	174	24	13

PS: performance scolaire

III -3- Les appréciations de la distribution de la spiruline par les parents

Le focus groupe a été mis en œuvre sur 143 parents dont 30 à Antsongo, 55 Ambohimpeno, 11 Ambohimena et 47 Ambolotara, concerne 79,5% de femmes et 20,5% d'hommes.

III-3-1- La connaissance des parents sur la spiruline

Le tableau suivant récapitule de la position des parents vis - à - vis de la spiruline et sa distribution auprès des leurs enfants:

Tableau 18: Connaissance des parents sur la spiruline (%)

Sites	Connaissance de la spiruline	D'accord pour la distribution de spiruline	Consentement après sensibilisation
Antsongo	2	90	100
Ambohimpeno	32	100	100
Ambohimena	0	100	100
Ambolotara	0	100	100

Très peu de parents ont une connaissance préalable du produit distribué dans les écoles. Pour ceux qui le connaissent, leurs sources d'informations sont principalement les émissions télévisées et radios. Cependant, ils étaient d'accord pour la distribution à leurs enfants même avant une séance d'information /sensibilisation qui a été organisée dans les écoles. La réticence de certains parents vis-à-vis de ce produit est liée aux effets secondaires et caractères sensoriels rapportés par certains enfants.

III-3-2- Les effets indésirables de la spiruline perçus par parents

Peu de parents ont signalé des effets indésirables (liés ou non...) parmi lesquels le vomissement, des fièvres et des allergies se manifestant par de petits boutons rouges sur le corps.

III-3-3- Les effets bénéfiques de la spiruline avancés par les parents

Les appréciations positives des parents sur les effets de la spiruline chez leurs enfants sont multiples et présentées dans la Figure 9 suivante:

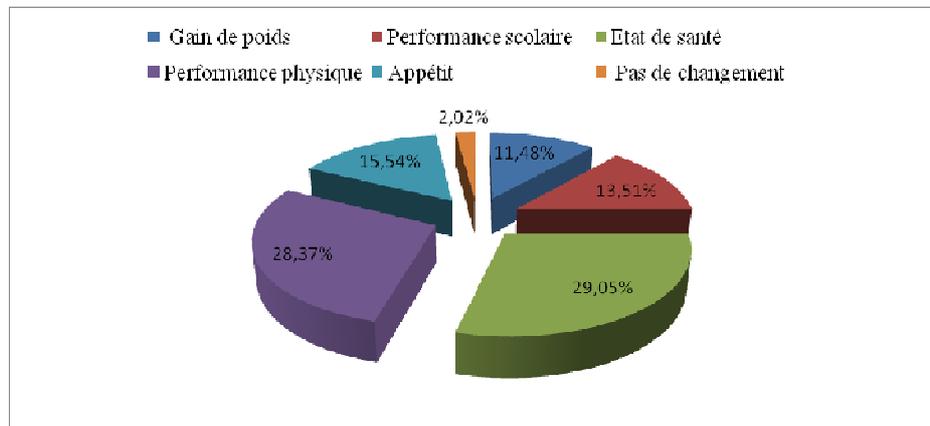


Figure 9: Répartition (%) des parents des enfants de centres nutritionnels et cantines scolaires sur les effets bénéfiques de la spiruline

Environ 29% des parents ont perçu une amélioration de la santé, 28,4% ont constaté une évolution croissante de la performance physique, 15,5% ont trouvé une amélioration de l'appétit, 13,5% ont perçu une progression de la performance scolaire et 11,5 % ont remarqué que le gain de poids et seulement 2,2% n'ont pas remarqué de changements chez leurs enfants suite aux cures de spiruline.

DISCUSSION

I - Etat nutritionnel des enfants

I - 1- Sur le niveau d'incidence des maladies

La prévalence des maladies enregistrée lors de la première enquête est de 21,2% vs 11,3% lors de la seconde, cette dernière est inférieure à celle rapportée par l'ENSOMD, qui est de 8% pour la dite région et de 11% pour la moyenne du pays (ENSOMD/INSTAT, 2013).

Pour le niveau d'incidence de la toux, chez les enfants de 1 à 15 ans, il oscille de 7 à 7,3% sur l'ensemble du pays d'après l'ENSOMD/INSTAT (2013) si 1,4% pour la région de Vakinankaratra. Notre valeur observée 9,8% est largement supérieure par rapport au niveau d'incidence de ce genre de maladie pour la région de Vakinankaratra (9,8 vs 1,4%). Toutefois, il est à noter que notre question sur l'incidence de la toux recensait les enfants ayant manifesté une toux en général et non seulement une toux résultant d'une infection respiratoire aiguë. Cette définition au sens large explique donc la différence entre les deux résultats obtenus.

Pour le niveau d'incidence de la fièvre, selon ENSOMD/INSTAT (2013), il oscille entre 51,7 à 53,6% pour les enfants de 1 à 15 ans en 2013 tandis que nos résultats ont relevé seulement 6,1% des enfants de 3 à 12 ans atteints de fièvre dans deux dernières semaines précédant l'enquête, ce qui est largement inférieur et en effet, on peut en dire que nos populations sont moins touchées par la fièvre par rapport à l'échantillon de l'ENSOMD. Cette différence pourrait être expliquée par le fait que les données de références ont été obtenues pendant les mois de septembre 2011 à août 2013 alors que notre enquête a été menée pendant le mois de Février 2016. D'ailleurs, elles représentent l'ensemble du pays, qui fait impliquer alors les différents caractéristiques de chaque région.

Quant au niveau d'incidence de la diarrhée, dans notre étude, il est de 8,3% pour les enfants de toutes les classes d'âges et ce niveau est légèrement inférieur au rapport de l'ENSOMD (2013), qui était entre 8 à 12,5% pour les enfants de 1 à 15 ans.

Dans tous les sites S, le niveau d'incidence des maladies a été diminué à la fin des cures de spiruline que ce soit dans sa globalité 19,6% en T0, 5,5% en T1 (contre 23,4% en T0 et 19,2% en T1) que spécifique: telle la toux (9,5 vs 2%), la diarrhée (8,6 vs 2%) et la fièvre (8,6 vs 3%) s'il régresse légèrement dans le site T. La forte diminution observée dans les sites

S pourrait être expliquée par la consommation quotidienne de la spiruline comme l'un de ses évidents effets bénéfiques et confirme ce que certains auteurs (Parikh et *al.*, 2001, Konícková et *al.*, 2014, Simapore et *al.*, 2008, IPR, 2008 et Metwally et *al.*, 2015) mentionnent à propos des aptitudes de la spiruline à renforcer le système immunitaire et donc la résistance à certaines maladies.

I - 2 - Sur la prévalence des différentes formes de situations nutritionnelles des enfants

Dans cette étude, toutes les formes de **malnutrition protéino-énergétique** existent et les prévalences que nous avons mesurées auprès des enfants dans les centres nutritionnels et cantines scolaires de la région de Vakinankaratra sur 459 enfants de l'échantillon peuvent être comparées séparément avec les données sur les enfants de moins de 5 ans et ceux d'âge scolaire.

Concernant le retard de croissance, la prévalence chez les moins 5 ans est largement inférieure par rapport à celle trouvée par l'ENSOMD/INSTAT (13,5 vs 32%) à l'échelle nationale et (13,5 vs 65,2%) pour Antsirabe. Pour les enfants de 6 à 12 ans, la prévalence en est approximativement la même que celle des écoliers de la ville d'Antananarivo (46,4 vs 46%) mais très importante par rapport aux écoliers de Burkina Faso en 2013 (Camille, 2013) dont la prévalence respective est de 7%.

Pour l'**insuffisance pondérale**, le taux d'enfants de moins de 5 ans dans cette situation est supérieur à celle de l'ENSOMD/INSTAT (2013) tant à l'échelle nationale qu'à la région de Vakinankaratra (46 vs 32%) et pour les 6 à 12 ans, elle concerne 47% de l'échantillon qui est nettement importante par rapport à celle des écoliers de la ville de Tananarive (33,2%) par contre, cette valeur est proche de celle des écoliers de Maroc (43,6%) (Dekkaki, 2014). Par contre, la valeur obtenue par calcul de l'IMC/âge montre que 20,7% des enfants seulement ont l'IMC faible. Nous pouvons dire alors que les enfants de notre étude sont plus affectés par une insuffisance pondérale que les enfants aussi bien de l'échantillon de l'ENSOMD que les écoliers de la ville de Tananarive. Ce niveau plus ou moins élevé pourrait être expliqué par le fait que l'enquête a eu lieu pendant la période de soudure (vers le début du mois de février).

Pour la **maigreur**, nous avons trouvé un résultat hautement supérieur à celui de l'ENSOMD/INSTAT (2013), 11,9 vs 37% pour les moins de 5 ans et également pour les 6 à 12 ans cette fois ci comparé avec les données de Ramaherisoa (2010) (8,9% vs 2,6%). Toutefois la maigreur ne touche que 15% de l'ensemble.

Pour le surpoids, seulement 1,2% des enfants sont concernés et aucun d'entre eux n'est obèse. Si on considère les facteurs pouvant affecter les z-scores des enfants de notre étude, celui du retard de croissance est influencé par la classe d'âge, le sexe et la résidence des enfants. Ces trois facteurs ont été mis en évidence par Ramaherisoa (2010) chez les écoliers de la ville de Tananarive. Ces facteurs laissent supposer que les recommandations pour les enfants plus âgés ou bien d'âge scolaire et les besoins nutritionnels ou autres besoins relatifs au sexe sont négligés ou ne peuvent être assumés par les familles des enfants, et par ailleurs, plus l'enfant vit dans un milieu rural plus il est en risque de malnutrition chronique.

Etant donné que la MPE s'associe souvent, en tant que telle, à des carences en acides aminés essentiels (hypoprotidémie), des carences en vitamine A, de l'anémie surtout la carence en fer, des carences en d'autres nutriments et d'une faiblesse de la défense immunitaire (Médecine Tropicale, 1896; Aubry, 2015), son existence fait penser alors que les enfants de l'étude se trouvant dans cette situation souffrent également des carences en micronutriments indispensables au bon fonctionnement de leur organisme et à leur santé, à leurs capacités d'apprentissage puisqu'ils sont écoliers. Les enfants de l'étude devront donc pouvoir accéder à une alimentation saine et équilibrée et c'est à ce niveau que la mise en place de la cantine scolaire associée à la distribution de spiruline, qui est la raison d'être d'*Esperanza Joie des Enfants* à Madagascar, prennent un rôle essentiel.

II – Distribution et acceptabilité de la spiruline

II -1 - Sur les formes et les modes de distribution de la spiruline

La spiruline servie aux enfants, *Arthrospira platensis*, est utilisée dans le domaine alimentaire et fait l'objet de recherches actuellement.

Le mode, la forme, le moment de distribution de la spiruline adoptée durant les cures que ce soit en poudre, en paillettes ou avec d'autres aliments comme de l'eau sucrée, des jus de fruits, du lait ou des yaourths sont pratiques et peuvent s'adapter au contexte socio-économique et agricole de la région en question et à Madagascar. De même pour la quantité de 2 à 4g prise quotidiennement, qui ne met pas en risque la santé des enfants (les études relatives à la spiruline montrent qu'il n'y a pas de risque de phénomène de « surdosage » tout

au plus une quantité excessive est un gaspillage mais elle ne présente pas d'effets secondaires) et paraît à la portée des associations voire des parents.

Le fait de ne pas soumettre la spiruline à un traitement thermique comme la cuisson préserve ses vertus nutritionnelles et facilite la préparation. Par ailleurs, des études faites sur la digestibilité et la biodisponibilité des acides aminés tels que la méthionine, cystéine et lysine de spiruline confirme que **l'ingestion simultanée de la spiruline avec les céréales est bénéfique comme** le rapport d'efficacité protéique de spiruline tout seul est de 1,9 si 2,35 pour la spiruline avec le riz (Falquet et Hurni, 2006) et dans cette présente étude, la distribution de ce produit l'est.

II - 2 - Sur les appréciations de la spiruline

Chez les enfants, **le goût et l'odeur** de ce produit font l'objet de refus initialement. En fait, les goûts sucrés ou modérément salés sont plus agréés (Godefroy, 2010) alors que le goût de la spiruline ne l'est pas et d'ailleurs, son odeur prononcée est moins acceptée. Néanmoins ces réactions négatives s'améliorent tout au long de la période de distribution.

Quant aux effets secondaires, les enfants ont très majoritairement affirmé qu'ils n'ont rien observé (70%). Les quelques effets signalés par les restes d'enfants (30%) sont confirmés par 10% des parents et également par *Antenna Technologie*, fondation suisse dont la branche française est partenaire d'*Esperanza Joie des Enfants* (<http://antenna-france.org/>). En effet, la spiruline est, d'une part un aliment nouveau pour les enfants et d'autre part, elle est dotée de certaines propriétés à savoir son pouvoir immuno-stimulant lié aux polysaccharides sulfatés, anti-tumorales liées à la phycocyanine, anti-cholestérolémie (Loïc et al. 2008), et donc, au cours de l'introduction dans le régime alimentaire, l'organisme doit tout d'abord s'adapter et des troubles physiologiques temporaires peuvent parfois se manifester tels des troubles intestinaux, des légères fièvres ou d'autres symptômes.

Pour les effets bénéfiques de la spiruline, en se référant à ses vertus nutritionnelles comme sa richesse en protéines, en fer, en pro-vitamine A et en d'autres nutriments et aussi ses vertus thérapeutiques, ils sont bien évidents. Les enfants comme les parents ont perçu des effets positifs au cours des cures. Parmi ces effets positifs, il y a la diminution de la prévalence des maladies entre T0 et T1.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

CONCLUSIONS

Cette étude sur l'évaluation de l'état nutritionnel des enfants de 3 à 12 ans a permis de (d'):

- ✚ Nous familiariser aux différentes **techniques d'enquêtes** utilisées en nutrition (enquête anthropométrique, observation, groupes de discussions)
- ✚ Mettre en évidence **l'existence d'une situation nutritionnelle critique** non seulement pour les enfants de moins de 5 ans mais également pour ceux d'âge scolaire. Chez les enfants de 3 à 5 ans, 13,8% de retard de croissance et 46,7% pour les écoliers de 6 à 12 ans. Un taux de la maigreur 15% avec 8,5% et 6,5% respectivement modéré et sévère. Par contre, les enfants ayant un bon rapport de poids pour taille (IMC) dépassent les 3 sur 4 enfants (78%) et ceux se trouvant dans le risque de surpoids ne représentent que 1,2% .
- ✚ Comprendre que 6,7% des enfants ont le **ventre vide avant d'aller à l'école**, ce qui ne peut que favoriser l'apparition de la malnutrition et aussi des échecs scolaires et 14,7% soit 68 enfants sont **monoparentaux ou orphelins** et méritent d'une aide spécifique.
- ✚ Apprécier **l'acceptabilité de la spiruline**, sous forme poudre, que l'intégration de ce produit dans l'habitude alimentaire connaît quelques difficultés d'ordre socioculturel et physiologique au début mais une **adaptation** s'installe durant la période de cure.
- ✚ Proposer des **améliorations sur les caractères sensoriels de la spiruline**.
- ✚ Savoir gérer les possibles **effets secondaires** que pourraient causer la spiruline chez quelques enfants et à l'inverse faire connaître les effets bénéfiques comme ceux sur le niveau d'incidence des maladies et aussi sur les performances physique et scolaire des écoliers.

➔ Dans l'avenir, il serait **intéressant de poursuivre ces études nutritionnelles** en :

- les complétant par: **l'analyse biologique** du sang des enfants pour apprécier les effets de la cantine et de la spiruline sur le statut en vitamine A et en fer
- en effectuant un suivi dans le temps des effets de la spiruline sur l'état nutritionnel et sur les performances scolaires et des enfants moins de 5 ans pris en charge à Madagascar.

- en évaluant l'impact des communications et sensibilisations pour la consommation de la spiruline
- en expérimentant l'apport supplémentaire qui pourrait résulter des complémentarités entre spiruline et Moringa (dont Esperanza Joie des Enfants soutient la culture sur la côte Est à Mahambo),
- en faisant largement et gratuitement connaître ces études aux associations œuvrant à Madagascar ainsi qu'aux institutions pour en partager les recommandations dans la lutte contre la malnutrition,
- et bien sûr en continuant, comme le font Esperanza Joie des Enfants et son partenaire Para Los Ninos depuis plus de 20 ans, la mise en place et le fonctionnement des centres nutritionnels et de cantines scolaires dans cette région tant que les différentes formes de malnutrition affecte près de la moitié des enfants.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **AGSANV, 2014.** Analyse globale de la sécurité alimentaire et nutritionnelle, et de la vulnérabilité. Madagascar. 91p
2. **ALI S.K., SALEH M. A., 2012.** Spirulina - an overview. Review. Academic Sciences. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 2012, 4(3): pp 0975-1491.
3. **AMBROISE M., 2004.** Partie III : Besoins en eau, Nutrition et besoins en eau. Institut Français pour la Nutrition. 71, avenue Victor Hugo, PARIS. N°15, p53 – 64
4. **ANSES, 2011.** Actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les acides gras. Edition scientifique. 327p
5. **APFELBAUM M., FORRAT C., NILLUS P., 1995.** Diététique et nutrition, 3è éd. Masson, Paris, 479 p
6. **ARNAL M.A, 1997 et al., 1997.** Les protéines. Le métabolisme et les besoins protéiques chez l'homme Tome 1. Dossier scientifique de l'IFN (9). 195p
7. **ARPITA M., NEETA M., DEEPAK S., DEEPAK U., SHIVA K., 2014.** Spirulina-The Nature's Wonder: A Review. Scholars Journal of Applied Medical Sciences (SJAMS) 2014, 2(4C): pp1334-1339
8. **AUBRY P., GAÜZERE B. A., 2015.** Malnutrition protéino-énergétique Actualités 2015. Médecine Tropicale. 10p
9. **BAD, 2016.** Aide humanitaire d'urgence à l'assistance à la lutte contre la malnutrition suite à la sécheresse récurrente dans le grand sud. Madagascar. Départements OSHD/MGFO. p1
10. **BENSEHAILA S., DOUMANDJI A., BOUTEKRABT L., MANAFIKHI H., PELUSO I., BENSEHAILA K., 2015.** African Journal of Biotechnology The nutritional quality of Spirulina platensis of Tamenrasset, Algeria, 14(19), pp1649–1654
11. **CAMILLE L., 2013.** Etat nutritionnel d'enfants d'âge primaire à COTONOU (BÉNIN) et à OUAGADOUGOU (BURKINA FASO). Mini-mémoires et séminaires. 31p
12. **HUG C. 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
13. **IPR (INSTITUT OCEANOGRAPHIQUE PAUL RICHARD), 2008.** Colloque international sur la spiruline. " Spiruline et Développement". Tuléar Sud Ouest de

Madagascar. 194p

14. **DEKKAKI**, 2014. Evaluation de l'état nutritionnel chez les enfants scolarisés dans les écoles publiques de la ville de Rabat: rôles des facteurs socio-économiques. Thèse de Doctorat, Option Epidémiologie clinique et Sciences médicochirurgicales. Equipe de recherche en Nutrition et Sciences de l'Alimentation Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat. 9p
15. **DANGEAR P.**, 1940. Une algue bleue alimentaire pour l'homme. Actes.Soc.linn. Bordeaux 1940 ; 91 : pp39-41
16. **DAVIDSON R., DAVIDSON L., LYNCH S., REBECCA J., OLIVIA Y.**, 2003. Anémie, carence en fer et anémie ferriprive. Groupe Consultatif International de l'Anémie Nutritionnelle (INACG). 6p
17. **DEWEY K.G., BEATON G., FJELD C., LÖNNERDAL B., REEDS P.**, 1996. Protein requirements of infants and children. Eur J Clin Nutr ;50: pp119-150
18. **DUPIN H., CUQ J. L., BERTHIER A. M.**, 1992. ESF Editeur. Alimentation et nutrition humaine. Chapitre 2 : nutrition et nutriments. Paris, p87- 107
19. **EDS**, 2003 - 2004. Enquête Démographique et de Santé. 456p
20. **EDS**, 1997. Enquête Démographique et de Santé. 276p
21. **EDS**, 2008 - 2009. Enquête Démographique et de Santé. Madagascar. 474p
22. **EL-SHEEKH M.M., HAMAD S.M., ET GOMAA M.**, 2014. Protective Effects of Spirulina on the Liver Function and Hyperlipidemia of Rats and Human. Brazilian archives of biology and technology. An international journal. 57(1). pp.77–86
23. **EIPM**, 2013. Enquête sur les Indicateurs de Paludisme Madagascar (EIPM 2013). p80
24. **ENSOMD/INSTAT**, 2013. Enquête nationale sur le suivi des objectifs du millénaire pour le développement à Madagascar. 100p
25. **EPM/INSTAT**, 2011. Enquête Périodique auprès des Ménages. Policy Bref .19p
26. **FALQUET J., HURNI J-P.**, 2006. Spiruline, Aspects Nutritionnels. Antenna Technologies: 41 p
27. **FAO**, 2002. Human vitamin and mineral requirements, Report of a joint FAO/WHO expert consultation, Bangkok.
28. **FAO ; PAM**, 2015. Mission FAO/PAM d'évaluation des récoltes et de la sécurité alimentaire à Madagascar. Rapport spécial. 77p

29. **FAO/WHO**, 2005. Vitamin and mineral requirement in human nutrition. Second edition. 362p
30. **FOX R.D.**,1999. Spirulina: Technology, Practice and Promise. EDISUD, Aix en Provence (246).
31. **ISBN**, 2005. Dietary Requirement Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty acid, Cholesterol, Protein and amino acids. Institute of Medicine of the national academic. p 176 - p 178
32. **GODEFROY V.**, 2010. Régulation de l'appétit et troubles du comportement alimentaire. Fondation Loui Bonduelle. p9
33. **JORDAN J. P.**, 2006. Cultivez votre spiruline – Manuel de culture artisanale de la spiruline. 146p
34. **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
35. **LAVIALLE M.1, LAYE S.**, 2010. Acides gras poly-insaturés (omega 3, omega 6) et fonctionnement du système nerveux central. Innovations Agronomiques 10 (2010): pp 25-42
36. **MARTIN A.**, 2001. Apports nutritionnels conseillés pour la population française. Tec & Doc, 3e édition, Paris.
37. **KONÍČKOVÁ R., KATERINA V., JANA V., KATERINA V., MUCHOVA L., SUBHANOVA 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
38. **LOÏC C., LANGLADE M.J., ET ROMAIN A.**, 2008. « La Spiruline peut-elle être un atout pour la santé et le développement en Afrique ? ». Institut de recherche pour le développement. 43p
39. **MASUDA K., INOUE Y., INOUE R., NAKAMURA K., CHITUNDU M., MURAKAMI J., OTA Y., MATSUGAMI J.**, 2014. Spirulina Effectiveness Study on Child Malnutrition in Zambia. Institute of Development Studies Brighton BN1 9RE, UK: IDS Special Collection September 2014. pp 49- 56
40. **MAZOKOPAKIS E.E.,PAPADOMANOLAKIC M.G., ANDREAS A., FOUSTERISD,**

- DIMITRIOS A., KOTSIRISA, LAMPADAKISA I.M., EMMANUEL S., GANOTAKISB, NAVALET**, 2014. The hepatoprotective and hypolipidemic effects of Spirulina (*Arthrospira platensis*) supplementation in a Cretan population with non-alcoholic fatty liver disease : a prospective pilot study. *Annals Gastroenterol* 2014. 27 (4): pp1- 8
41. **M'BAYE B.K., BAIDY L., BASSENE E.**, 2011. Etude quantitative de quelques pigments de la Spiruline cultivée en Mauritanie en vue d'une valorisation nutritionnelle. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(5): pp2035-2038
42. **MEDICINE TROPICALE**, 1986. 4ème édition. pp 595 - 606
43. **MERCEDES O., BROWN D., BLÖSSNER M., BORGHI E.**, 2012. Levels and trends in child malnutrition: UNICEF-WHO-The World Bank joint child malnutrition estimates. (UNICEF, New York; WHO, Geneva; The World Bank, Washington, DC; 2012).
44. **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
45. **OMS**, 2008. Cours de formation sur l'évaluation de la croissance de l'enfant. 48p
46. **PNAN**, 2004. Plan National d'Action pour la Nutrition, 42p
47. **PNAN**, 2012. Plan National d'Action pour la Nutrition, 92p
48. **PNAN**, 2012. Note politique pour l'élaboration du plan national d'action en nutrition. 28p
49. **ONN**, 2012. La nutrition à Madagascar : les réalisations du PNAN II au cours de l'année 2012. Office Nationale de Nutrition (ONN). 4p
50. **RAKOTOMALALA B., ANDRIANTSEHENO B., RAZAFINOMBANA A. RAZAFIARISOA B., NDRIANAZAINA H., ANTSOANTSALAMA R. M., RATSIMANIRIMANANA E., RASOARINORO J.**, 2009. Evaluation du Plan National d'Actions pour la Nutrition (PNAN 2005-2009). Office Nationale de Nutrition (ONN). 103p
51. **RAKOTOSAMIMANANA V.R.**, 2014. Etude des pratiques et croyances alimentaires pour comprendre la malnutrition à Madagascar. Intérêt de l'introduction de feuilles de *Moringa oleifera*. Thèse de doctorat, sciences de l'alimentation. Université De Bourgogne. 170p
52. **RALISON C., BADER E., DELIGIA C., CLAUDE M.D.**, 2005. Profil Nutritionnel de Madagascar – Division de l'Alimentation et de la Nutrition, FAO. 49p
53. **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

54. **RAZAFIARIMANANA H., 2013.** Comprendre le contraste entre la malnutrition chronique et la disponibilité des ressources naturelles cas de Madagascar. Mémoire de première année. Parcours « Sciences Sociales Appliquées à l'Alimentation ». Institut Supérieur du Tourisme, de l'hôtellerie et l'alimentation. Université de Toulouse II -Le Mirail. 139p
55. **RAZAFIARISOA BERTHINE, 2001.** Enquête sur la Carence en Vitamine A chez les Femmes et les Enfants et Enquête sur l'Anémie chez les Ecoliers de 6 à 14 Ans. Madagascar 2001. 58p
56. **RAZAFINDRAJAONA J.M., RAKOTONZANDRINY J de N., RAKOTOZANDRINDRAINY R., RANDRIA J.N., RAMAMPIHERIKA K. D., 2006.** Etude de la valeur nutritionnelle de la spiruline de Madagascar, Terre Malgache N°26. 10p
57. **RAZANAJAONA M.M., 2010.** Enrichissement protéique des fruits tropicaux par l'utilisation des feuilles d'Ananambo (*Moringa oleifera*) d'Antsiranana : cas de la banane (*Musa sapientium*) et la goyave (*Psidium guajava*). DEA, Option : sciences de l'alimentation et la nutrition. Université d'Antananarivo. Faculté des sciences, 82p
58. **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
59. **SC- CSU, 2015.** Stratégie Nationale sur la couverture Santé Universelle Madagascar. 54p
60. **SIMPORE J., SALVATORE P., SALVATORE M., 2007.** Nutrition Rehabilitation of HIV-Infected and HIV-Negative Undernourished Children Utilizing Spirulina. Annals of Nutrition and Metabolism 49: pp 373-380
61. **TORUN B., DAVIES P.S.W., LIVINGSTONE M.B.E., PAOLISSO M., SACKETT R., SPURR G.B., 1996.** Energy recommendations and dietary energy recommendations for children and adolescents A 1 to 18 years old. Eur J Clin Nutr ;Vol 50(Suppl 1) : pp1-37
62. **UNICEF/MinSanP, 2011.** Evaluation des campagnes de supplémentation en Vitamine A et de déparasitage (2002 à 2006) et des Semaines de la Santé de la Mère et de l'Enfants à Madagascar. Rapport final Juillet 2011. 88p

63. **UNICEF**, 1998. Les micronutriments: rappel. La situation des enfants le monde 1998. 6p.
Disponible en ligne sur <http://www.unicef.org/french/sowc98/pdf/prappe13.pdf>
64. **UNICEF**, 1998. La malnutrition: causes, conséquences et solutions. La situation des enfants dans le monde. 16p
65. **VERMOREL M., TOULLEC G., DUMOND D. et PION R., 1975**, Valeur énergétique et protéique des algues bleues spirulines supplémentées en acides aminés: utilisation digestive et métabolique par le rat en croissance, Ann. Nutr. Aliment. 29, pp535-552
66. **WHO/FAO/UNU** , 2002. Protein and amino acid requirement in human nutrition, Report of a Joint Expert Consultation.
67. **ZAFILAZA A., ANDRIASIMAHAVANDY A., RAMAMONJISOA D. J., ANDRIANARIVELO M.** .2015. An Evaluation Study of the Cultivation of Spirulina in the Area of Sambirano, Madagascar. International Journal of Food Science and Nutrition Engineering 2015, 5(3): pp101-114

WEBOGRAPHIE

1. <http://www.esperanzajoiedesenfants.org>
2. <http://instat.mg/madagascar-en-chiffre-2016/>. Consulté le 24 Août 2016
3. http://www.unicef.org/french/nutrition/index_faces-of-malnutrition.html consulté le 24 Août 2016
4. <http://www.who.int/topic/nutrition/fr/> . Consulté le 24 Août 2016
5. <http://www.unicef.f/article/la-malnutrition--le-monde-les-plus-vulnérables--le-viseur>. Consulté le 24 Août 2016
6. www.int/growthref/who_bmi_for_age/en/ consulté le 25 novembre 2016:

ANNEXES

**ANNEXE 1: QUESTIONNAIRE UTILISE LORS DE LA SELECTION DES ZONES
D'ETUDES**

Critères	SITE SOUS SPIRULINE ou SITES TEMOINS
Nom du site	
Nature	
Effectif des élèves	
Effectif des enfants de moins de 12 ans	
Détention de registre de présence	
Accessibilité géographique	
FONCTIONNEMENT DE LA CANTINE	
Distribution journalière de repas	
Distribution journalière de spiruline	
Quantité de spiruline servie	
Surveillance lors de la distribution	
Moyen d'approvisionnement en spiruline	
MOYENS LOGISTIQUES DISPOSES POUR LA REALISATION D'UNE ETUDE	
Matériels de mesure anthropométrique	
Personnels capables d'intervenir	

**ANNEXE 2: FICHE DE RECUEIL DES INFORMATIONS SOCIODEMOGRAPHIQUES, SANITAIRE ET ANTHROPOMETRIQUE
DES ENFANTS**

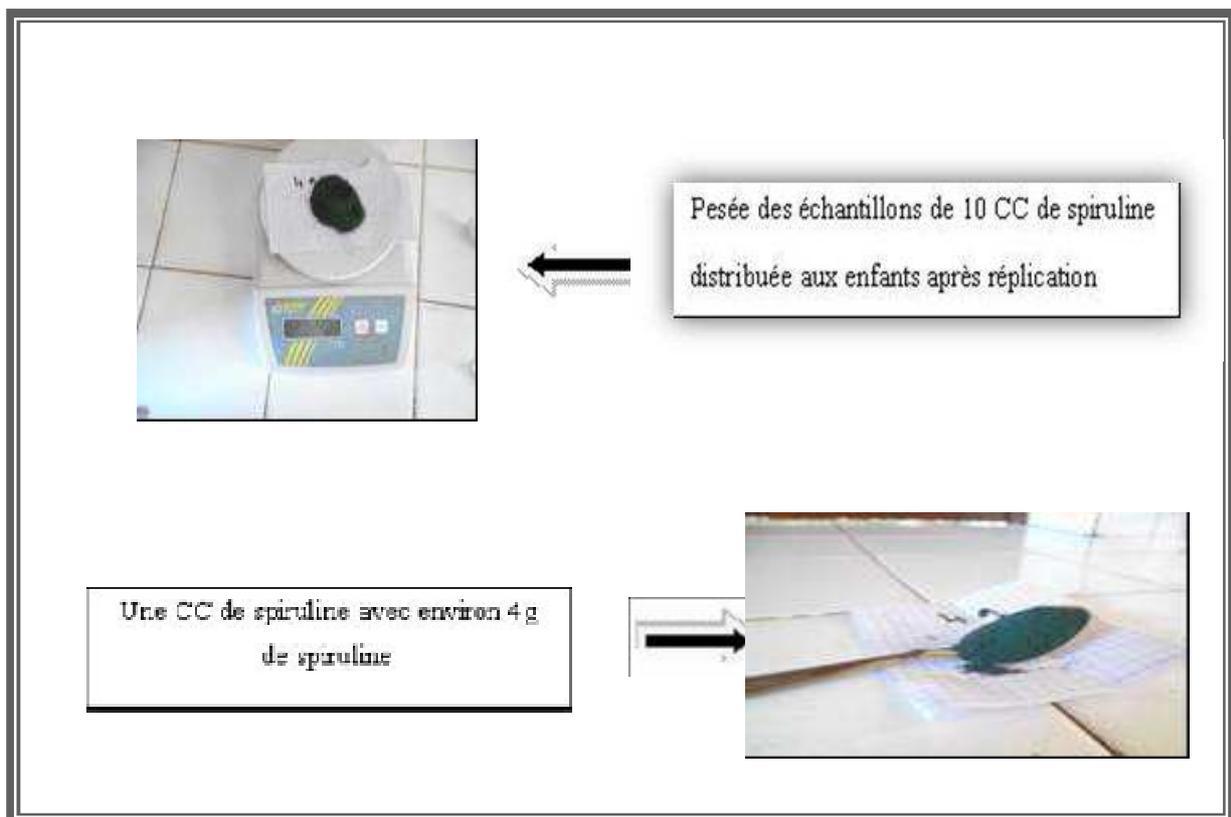
Date:	Site(S ou T).....	Nom du Site
Nom de l'enquêteur:.....		Nom Responsable du site:.....
<u>Fiche questionnaire</u>		

N°	Sexe	Nom et prénom	Date de naissance	Classe	Repas	Toux (T0 et T1)	Fièvre (T0 et T1)	Diarrhée (T0 et T1)	Parent (PA/MA/PMA/PP)	Poids	Taille
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
Légendes : T0 et T1: enquête avant et à l'issu des cures											
PA: Père absent, MA: Mère Absent, PMA: Père et mère absents et PP: Parents présents											

ANNEXE 3: OBSERVATIONS ET PESEE DE LA SPIRULINE AUPRES DES SITES S

Nom du site:	Date:	Observateur:
Responsables: et		

Nombre d'enfants prévisionnel
Ustensile utilisé
Quantité moyenne de spiruline par enfant
Forme de spiruline servie
Mode de distribution
Moment de distribution



ANNEXE 4: QUESTIONNAIRE UTILISE POUR SAVOIR L'APPRECIATION DES ENFANTS

Non du site.....
Date:
Enfant N°, classe:....., âge:.....

Questions	Réponses
Prise de spiruline lors de la 1ère cure	1= Oui
	2= Non
Demandeur de prise?	1= Responsable cantine
	2= Assisatants
	3= Profs
	4= Autres
Raison de prise de spiruline	Par peur de responsable
	1= Oui
	2=Non
	Par les supposées de bienfaits
	1= Oui
	2=Non
Refus de spiruline et raison	Par curiosité
	1= Oui
Sensation après prise de spiruline	2=Non
	Ouvertes
Habitué à la prise de spiruline	Ouvertes
	1= Oui
Perceptions bénéfiques	2=Non
	Ouvertes
Fatigue et effet de spiruline	Ouvertes
Appétit et effet de spiruline	Oui/Non (Avant et Après)
	Oui/Non (Avant et Après)

ANNEXE 5 : LES GUIDES DE DISCUSSIONS AVEC LES PARENTS

- 1) Qui sont les participants?
- 2) Combien de parents sont présents au focus?
- 3) Evaluation de connaissance des parents sur la spiruline:
 - i. Qui parmi vous a déjà entendu parler de la spiruline ? et où?
 - ii. Avez vous des idées sur ses effets secondaires et/ou indésirables et ses effets bénéfiques?
- 4) Evaluation des avis des parents sur la distribution de spiruline:
 - i. Selon vous, est - il intéressant de distribuer la spiruline aux enfants?
- 5) évaluation des perceptions des parents sur les effets de la spiruline:
 - i. Qu'avez - vous remarqué sur les comportements des vos enfants depuis le cure de spiruline en mois de novembre jusqu'à maintenant?
- 6) Présentation simplifié de la spiruline:
 - i. Généralité sur la spiruline servie aux enfants
 - ii. Les étapes de production de la spiruline
 - iii. La composition de la spiruline et ses effets (bénéfiques et secondaires)
 - iv. La posologie de la spiruline
 - v. Les contres indications
- 7) évaluation des compréhensions des parents sur les petites présentation:
 - i. Qui dit que la spiruline est intéressante d'après la présentation?
 - ii. avez vous de(s) question(s)?

ANNEXE 6: LA PRODUCTION DE LA SPIRULINE

La SOUCHE DE SPIRULINE est semée dans des bassins bien protégés par des tôles peu transparentes, permettant à la fois d'atténuer la lumière solaire et une barrière contre les contaminations.



Les équipes qui exploitent la ferme de PRODUCTION DE SPIRULINE à VOHIJANAHARY ANTSIRABE

LES ETAPES DE LA PRODUCTION DE SPIRULINE

Tous les jours les exploitants suivent les étapes suivantes pour avoir la spiruline en paillette ou poudre mis en sachet plastique hermétiquement soudé.

I. L'ENSEMENCEMENT TOUT LES SIX MOIS (Vidange périodique des bassins)



II - La RECOLTE se fait à l'aide d'un tamis spécial de maille, de 30 à 50 μ m de diamètre (précédée d'une préfiltration pour éviter les impuretés). Elle permet d'obtenir la pâte de spiruline.



III - L'ESSORAGE. Cette technique permet d'éliminer totalement l'eau



dans la pâte de spiruline.

Elle se fait avec un matériel métallique et manuel.



IV - L'EXTRUSION se fait à l'aide d'un matériel dénommé Sika sur la claie de séchage.

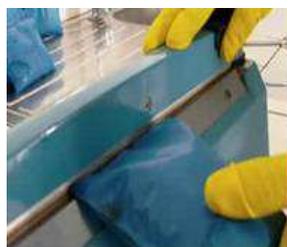


V - LE SECHAGE,

se fait à feu de bois à une température environ 40°C pendant 5 heures en mettant les claies de séchage dans le four et à la sortie, la spiruline prend la forme paillette.



VI - Le MIXAGE puis CONDITIONNEMENT et enfin STOCKAGE



**ANNEXE 7: PHOTOS PRISE LORS DE LA MESURE
ANTHROPOMETRIQUE, DES ENTRETIENS AVEC LES ENFANTS ET DES DESCENTES**



MESURE DU POIDS, TAILLE ET ENTRETIEN AVEC LES ENFANTS



JUS DE SPIRULINE AVEC MANDARINE PREPARE POUR LES ENFANTS D'AMBOHIMENA



CENTRE NUTRITIONNEL ET ENFANTS D'AMBOHIMPENO



CS EPP TSIVATRINKAMO

CN AMBOLOTARA

CS ANTSONGO

Titre: Evaluation de l'état nutritionnel des enfants de moins de 12 ans et appréciation de la consommation de l'*Arthrospira platensis* ou spiruline distribuée dans les centres nutritionnels et cantines scolaires

Auteur: FIFALIANAHARINTSOA Sitrakilaina

Encadreur: RAZAFINDRAZAKA Vonimanitra

Co- encadreur: RALISON Charlotte

RESUME

Une évaluation de l'état nutritionnel des enfants de 3 à 12 ans fréquentant des écoles et centres nutritionnels situés dans la région de Vakinankaratra et subdivisés en deux groupes dont 215 témoins (T) et 244 sous spiruline (S), a mis en évidence une situation précaire pour l'ensemble : 42,3% de retard de croissance, 15% d'émaciation et 53% d'insuffisance pondérale. Les différentes prévalences constatées dans ces 2 groupes ne diffèrent pas d'une manière significative 38,9% d'enfants S accusent un retard de croissance vs 45,1% dans le groupe T, 14,2 % de maigreur et 52,5% d'insuffisance pondérale dans S vs 14,2 et 56,5 % respectivement dans T.

Le niveau de la prévalence du retard de croissance varie en fonction de l'âge et du sexe de l'enfant dont les garçons et les enfants plus âgés en sont les plus touchés.

L'évaluation de l'appréciation de la consommation de spiruline a révélé que son intégration dans l'habitude alimentaire connaît initialement quelques difficultés d'ordre socioculturelles et physiologiques mais une adaptation s'installe rapidement durant la période de cure. L'odeur et le goût sont les principaux caractères mal appréciés concernant respectivement 40 et 30% des enfants et a fait l'objet de refus chez 14% des enfants. Toutefois l'acceptabilité de ce produit finit par atteindre 100% à la fin des cures. Du point de vue effets secondaires, 30 % des enfants ont supposé que la consommation de spiruline a provoqué des fièvres légères, des troubles intestinaux, des maux de tête au début. En revanche, après des campagnes de spiruline, une baisse nette de la prévalence des maladies 19,2% à 5,5% avec comme la fièvre (8,6% vs 3%), la diarrhée (8,6 % vs 2%) et la toux (9,5 % vs 2%), une élimination de la fatigue et une évolution positive de l'appétit

La discussion avec les parents fait apparaître que la majorité ne connaît pas en début de cure la spiruline. En revanche, les effets bénéfiques perçus sont nombreux et très largement reconnus comme l'amélioration de la santé, de la performance physique et scolaire, de la prise pondérale ou la croissance et de l'appétit ont été recensés.

Mots clés: Etat nutritionnel des enfants scolarisés, *Arthrospira platensis*, spiruline, effets de spiruline.

Title: Evaluation of the nutritional status of children under 12 years old and assessment of the consumption of Spirulina or *Arthrospira platensis* distributed in the nutritional centers and school canteens

Author: FIFALIANAHARINTSOA Sitrakilaina

Framer: RAZAFINDRAZAKA Vonimanitra

Co-framer: RALISON Charlotte

ABSTRACT

An evaluation of the nutritional status of children aged 3 to 12 attending schools and nutrition centers in the Vakinankaratra region and subdivided into two groups, including 215 controls (T) and 244 with spirulina (S), revealed a precarious situation for Overall: 42.3% stunting, 15% wasting and 53% underweight. The different prevalences observed in these two groups did not differ significantly: 38.9% of children were stunted vs 45.1% in group T, 14.2% in thinness and 52.5% Of insufficient weight in S vs 14.2 and 56.5% respectively in T. The prevalence level varies according to the age and sex of the child, where older children and boys are the most affected.

The assessment of the consumption of spirulina revealed that its integration into the dietary habit initially experienced some socio-cultural and physiological difficulties but an adaptation quickly settles during the period of cure. The odor and taste are the main badly appreciated characteristics for 40% and 30% of the children respectively and was refused in 14% of the children. However, the acceptability of this product finally reaches 100% at the end of the cures. From the point of view of side effects, only 20% of the children assumed that the consumption of spirulina caused mild fevers, intestinal disorders, headaches at the beginning. On the other hand, after spirulina campaigns, a net decline in the prevalence of diseases 19.2% to 5.5% with fever (8.6% vs 3%), diarrhea (8.6% vs 2%) and cough (9.5% vs 2%), elimination of fatigue and a positive evolution of appetite

The discussion with the parents reveals that the majority do not know spirulina at the beginning of the cure. On the other hand, the perceived beneficial effects are numerous and widely recognized as improving health, physical and school performance, weight gain or growth and appetite.

Key words: Nutritional status of school children, *Arthrospira platensis*, spirulina, effects of spirulina.