

Mémoire original

La spiruline comme complément alimentaire dans la malnutrition du nourrisson au Burkina-Faso

Spiruline as a food supplement in case of infant malnutrition in Burkina-Faso

B. Branger^{a,*}, J.L. Cadudal^b, M. Delobel^c, H. Ouoba^d, P. Yameogo^{a,†}, D. Ouedraogo^e,
D. Guerin^f, A. Valea^g, les personnels des CREN^h, C. Zombreⁱ, P. Ancel^j

^a Pédiatre épidémiologiste, C.CLIN-Ouest, centre hospitalier universitaire (CHU) Pontchaillou, 35033 Rennes cedex 9, France

^b Médecin coordinateur, maison de la Naissance, 44230 Saint-Sébastien, France

^c Médecin coordinateur, 46 bis, boulevard des Américains, 44000 Nantes, France

^d Directeur régional de la santé, Koudougou, Burkina-Faso

^e Pédiatres, hôpital de l'amitié, Koudougou, Burkina-Faso

^f Directrice des CREN (Centre de renutrition et d'éducation nutritionnelle), Koudougou, Burkina-Faso

^g Coordinatrice des Cren, Ocaes, Koudougou, Burkina-Faso

^h Cren de Koudougou, Nanoro, Reo, Tenado, Burkina-Faso

ⁱ Laboratoire d'analyses médicales, Koudougou, Burkina-Faso

^j Codegaz, Centre Unitas, Koudougou, Burkina-Faso

Reçu le 27 mai 2002 ; accepté le 17 janvier 2003

Résumé

État actuel du problème. – La spiruline, algue microscopique aux propriétés nutritives, a été proposée comme complément alimentaire dans la malnutrition du jeune enfant.

Population et méthodes. – Une enquête a été menée au Burkina-Faso dans la province de Koudougou pour évaluer son efficacité auprès d'enfants malnutris dont le Z-score pour l'âge était inférieur à 2 ou avec des œdèmes. Trois groupes ont été constitués par tirage au sort dans cinq centres : renutrition habituelle (groupe 1), idem + spiruline à la dose quotidienne de 5 g j⁻¹ (groupe 2), idem + spiruline + poissons (groupe 3). Cent quatre-vingt-deux enfants âgés de 3 mois à 3 ans ont été inclus ; six sont décédés (3,3 %) et 11 hospitalisés ont été exclus. Au total, l'étude a été menée sur 165 enfants pendant 3 mois. Les critères de jugement étaient l'évolution des indices taille/âge, poids pour la taille et les mesures correspondant en Z-score, à 60 j et 90 j.

Résultats. – À l'inclusion, les enfants étaient âgés de 14,6 mois en moyenne avec un poids de 6,7 kg (soit -3,2 de Z-score poids/âge), une taille de 71,4 cm (-2,0 de Z-score taille/âge) et un poids pour la taille de -2,5 de Z-score. 9,4 % avaient des œdèmes. Au terme de l'étude, il n'y avait pas de différence observée entre les groupes pour la prise de poids, la prise de taille et la prise de poids pour la taille.

Conclusion. – La spiruline à la dose de 5 g j⁻¹ n'apporte aucun bénéfice par rapport à la renutrition traditionnelle sur 90 j. De plus, elle est actuellement coûteuse et la lutte contre la malnutrition du jeune enfant ne repose pas sur un seul élément, mais sur une politique nationale ou locale fondée sur la formation, l'éducation, l'aide économique et les soins avec des centres de renutrition et des traitements des infections.

© 2003 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract

Background. – Spiruline, a microscopic algae with nutritious quality was put forward as food supplement to fight malnutrition in infant.

Population and methods. – To assess its effectiveness, a survey was carried out among children with malnutrition whose Z-score was <2 for their age, in the Koudougou province, Burkina-Faso. Within five centers, three groups were defined at randomization: group 1 with usual nutritional rehabilitation program, group 2 as above + 5g.d⁻¹ of spiruline, group 3 as above + spiruline + fish. 182 children, aged three months

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : bernard.branger@chu-rennes.fr (B. Branger).

– three years, were originally involved. Six died (3.3%) and 11 hospitalised were excluded; the study was carried out on 165 children and lasted three months. Judging criteria were: length per aged, weight for length group evolution and the corresponding Z-score at 60 et 90 days.

Results. – At the inclusion, children were aged 14.6 months on average and weighed 6.7kg (Z-score of -3.2 weight/age) with a length of 71.4cm (-2.0 Z-score length/age) and weight for length of 0.093 (-2.5 Z-score). 9.4% had oedema. There were no noticeable differences between the three groups as to weight gain, length gain, weight for length gain.

Conclusion. – A $5\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$ spiruline dose does not bring any benefit over 90 days, compared to traditionnal renutrition. Furthermore, at the moment, it is costly, and the battle against infant malnutrition cannot be based on one single element, such as a wonder drug, but on a national or local policy based on training, education, economical aid, and nutritional rehabilitation centers and infection treatment.

© 2003 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Malnutrition ; Spiruline ; Marasme ; Kwashiorkor

Keywords: Malnutrition; Spiruline; Marasmus; Kwashiorkor; Child

1. Introduction

La spiruline (Cyanobactérie *Athropsira platensis*) est une algue bleu-vert microscopique, planctonique unicellulaire, vivant en eau douce, d'aspect spiralée de 0,3 à 1 mm de long, cultivée originellement dans les lacs du Tchad (chez les Kanembous) et dans la vallée de Texcoc au Mexique (chez les Aztèques). Elle a besoin pour croître naturellement d'une eau saumâtre et alcaline et de déjections animales, ainsi que d'un climat chaud. Elle peut être cultivée en apportant les sels minéraux et les nutriments nécessaires. La spiruline de l'étude était cultivée à Koudougou même et sa composition, qui peut dépendre des conditions de culture, a été analysée avant l'étude (annexe).

De manière générale, cette algue est considérée comme riche en protéines (60 à 70 % de son poids avec neuf acides aminés essentiels), en acides gras essentiels (γ -linoléique), en minéraux (fer, calcium, potassium, phosphore, manganèse, cuivre, zinc, magnésium...), en oligoéléments, en vitamines (A, B1, B2, B6, B12, E, K) et contient de la chlorophylle, des fibres et un pigment bleu (la phycocyanine). Elle est consommée fraîche ou sèche et peut être présentée en poudre ou en granulés. Les doses préconisées vont de 5 g j^{-1} , mais des consommations de 100 g chez l'adulte ont été proposées.

Hormis un risque allergique et un risque infectieux à la suite de sa culture ou de son stockage [1], il n'y a pas de contre-indications connues. Elle fait partie des algues de consommation autorisée. Sa conservation peut être délicate avec des risques de vieillissement ; elle doit être conservée dans des contenants à l'abri de l'humidité et de la lumière.

En raison de sa culture facile, elle est utilisée dans le domaine animal comme complément protéique. En médecine humaine, elle a été proposée comme additif alimentaire ou comme nutriment à part entière dans les pays à problèmes nutritionnels. De manière plus générale, en matière nutritionnelle tant dans les pays riches que dans les pays pauvres, cette algue fait l'objet d'un véritable « culte », dans de nombreuses publications internet (2600 sites à ce jour à partir du mot clé « spiruline ») avec des résultats réputés spectaculaires dans la malnutrition infantile, sans arguments scientifiques [2,3]. Elle a même été testée in vitro contre le virus du sida [4].

L'objectif de l'étude était de mettre en évidence une action de la spiruline avec ou sans autres apports nutritionnels dans la malnutrition de l'enfant de moins de 3 ans.

2. Population et méthode

L'étude s'est déroulée dans la région de Koudougou, dans la province de Boulikemde au Burkina-Faso. Les enfants concernés étaient des enfants âgés de 3 mois à 3 ans, malnutris dont le poids se situait au-dessous des « moins deux écarts-types », c'est-à-dire au-dessous de la deuxième ligne du « chemin de la santé » (courbe de poids selon l'âge remplie à chaque consultation) ou en cas d'œdèmes manifestes. Ces enfants étaient pris en charge par ailleurs sur le plan vaccinal, vitaminique et parasitaire.

Les sites retenus étaient les suivants : quatre sites avec un centre de renutrition et d'éducation nutritionnelle (CREN) à Koudougou, Nanoro, Reo et Tenado et un site au CREN de l'hôpital de l'Amitié de Koudougou.

Les enfants, âgés de 3 mois à 3 ans, se présentant dans les centres pendant le mois de novembre 2000 ont été retenus. Après examen pédiatrique clinique, les enfants ayant des maladies osseuses malformatives ou endocriniennes ou des maladies chroniques ont été exclus. Cependant, en raison de la prévalence du virus VIH en Afrique, il est possible que certains enfants étaient porteurs du virus VIH.

Trois groupes d'enfants ont été tirés au sort selon trois différentes techniques de renutrition, selon un ordre préétabli par le coordinateur :

- groupe 1 : renutrition habituelle avec des conseils nutritionnels des CREN : allaitement maternel, complément à partir de 4–6 mois avec une ou deux bouillies selon l'âge (lait en poudre, mil torréfié, riz ou maïs ou à base de farine de haricot, de farine de pain de singe (fruit du baobab), de farine de néré ou de farine d'arachide [5]). À partir de 1 an, l'alimentation conseillée consistait en l'allaitement maternel à la demande, avec deux bouillies des mêmes compléments enrichies en feuille de baobab, huile, beurre de karité et de poisson séché. Après 1 an, cette alimentation était complétée par le tô, plat traditionnel sous forme de galette de mil à l'eau ;

- groupe 2 : renutrition habituelle + spiruline à la dose de 5 g j^{-1} à donner en complément alimentaire. La spiruline était conditionnée sous forme de granulés dans un flacon opaque et hermétique, à intégrer dans un repas ;
- groupe 3 : renutrition habituelle + spiruline à la dose de 5 g j^{-1} + poisson en complément (deux sardines à l'huile par semaine).

Une stratification par site a été effectuée de telle manière que les trois groupes d'enfants soient représentés de manière égale dans chaque site. Les variables étudiées étaient les suivantes : âge en mois, sexe, rang parmi les enfants vivants, antécédents de décès d'enfants dans la famille, qualité de la prise des compléments, âge de la mère, milieu rural ou urbain, éloignement du centre en km, hospitalisation de l'enfant, gémellité, décès de l'enfant. Le milieu social était évalué selon quatre critères : disponibilité de l'eau (service d'eau en ville ou point d'eau proche en campagne), éclairage (électricité en ville, lampe à pétrole en campagne), père présent ayant un travail, maison « en dur » : la présence des quatre critères était codée en milieu social « très bon », de deux ou trois critères en milieu social « bon » et un critère ou aucun en « déficient ».

Les variables étudiées étaient le poids, la taille, le périmètre crânien (PC), le périmètre brachial (PB) à chaque âge en valeur absolue et en Z-score avec les indices suivants : poids pour l'âge, taille pour l'âge, poids pour la taille en Z-score, calculés avec le logiciel Epi-Info [6] sur la base des courbes du National Center of Health Service [7]. Le poids était pris sur une balance à poids pour les kilogrammes et les grammes, la taille était prise allongée avec une toise en bois, le périmètre crânien était pris avec un mètre ruban non déformable et le périmètre brachial avec un bracelet spécifique [8]. Le temps de suivi était de 3 mois à partir de l'inclusion (J90) avec des mensurations à j15, j30, j60 et j90. L'analyse a été faite en « intention de traiter ».

La taille de l'échantillon a été calculée de la manière suivante : une différence de 300 g de poids, en moyenne sur 3 mois (4 g de plus par jour), entre le groupe de référence et un des groupes supplémentés, avec un écart-type de 600 g, était prévue avec un risque α de 0,05 et une puissance de 80 %, dans le cadre d'un test unilatéral (supériorité a priori des

compléments). Il fallait 50 sujets par groupe et compte tenu des décès et des perdus de vue, 60 enfants par groupe étaient prévus soit 180 enfants au total avec 45 enfants par site. La même taille d'échantillon était obtenue avec une prise prévue de 0,4 Z-score entre deux groupes sur 3 mois. Les méthodes statistiques étaient le test du χ^2 pour les pourcentages, Anova (ou test de Mann-Whitney ou de Kruskal-Wallis selon les effectifs) pour les moyennes (Epi-Info® 6.04c). Une analyse multivariée (Anova) a été faite selon le groupe en tenant compte d'éventuelles différences à l'inclusion (SPSS® 10.0). Le seuil de signification a été fixé à 0,05.

3. Résultats

3.1. Les enfants

Ont été inclus dans l'enquête 182 enfants avec 47,8 % de garçons et 52,2 % de filles. L'âge moyen était de 14,6 mois \pm 6,5 mois (pas de différences entre garçons et filles) sur 181 enfants (Fig. 1). À l'inclusion le poids moyen était de 6686 g \pm 1433 g et une taille de 71,4 cm \pm 6,6 cm. Un quart des enfants ont été victimes de plus de deux maladies. Six enfants sont décédés (3,3 %) : quatre au cours de leur hospitalisation pour malnutrition ou maladies surajoutées (dont une méningite cérébrospinale) et deux au domicile.

Des œdèmes étaient retrouvés chez 9,4 % des enfants (Kwashiorkor) à l'inclusion. La Fig. 2 montre la répartition selon le poids par rapport à l'âge : la moyenne du Z-score du poids/âge était de $-3,20 \pm 0,92$. Les enfants avec un Z-score > -2 avaient des œdèmes. Le Z-score pour la taille/âge était de $-2,00 \pm 1,34$ et le Z-score du poids pour la taille était de $-2,49 \pm 0,88$. Le PB moyen était de 12,0 cm avec un taux de 55,3 % de PB $< 12,5$ cm et de 31,8 % de PB < 12 cm.

3.2. Les familles et les mères

Les mères étaient âgées de 29,3 ans \pm 7,0 ans (sur 160 âges connus). Le rang moyen des enfants était de 3,9 enfants sur des fratries de quatre enfants vivants en moyenne. Dans 71 familles (39,2 %), il y a eu un décès dans la famille à la

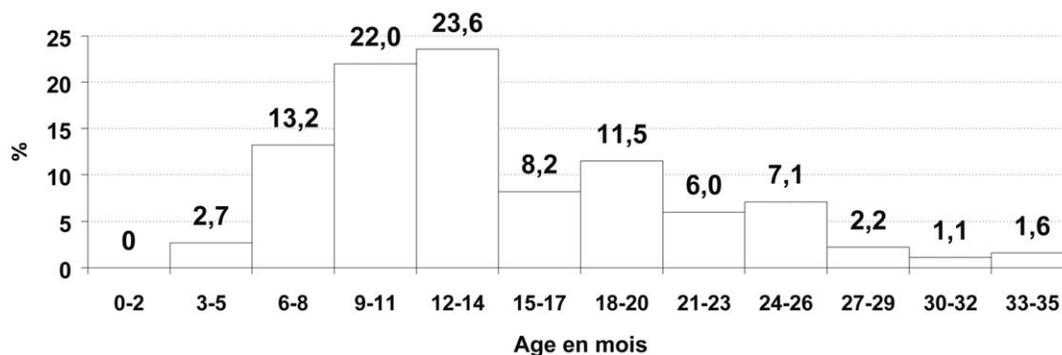


Fig. 1. Âge des enfants à l'inclusion.

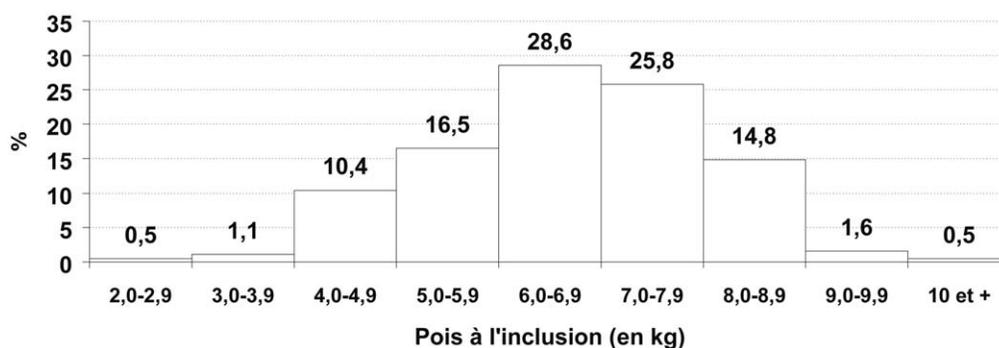


Fig. 2. Poids des enfants à l'inclusion en kg.

naissance ou plus tard. Les mères (76,4 %) allaitaient leurs enfants de manière mixte (allaitement maternel + complément) ; 7,1 % avaient arrêté d'allaiter en cours d'étude ou n'allaitaient plus et 16,5 % pratiquaient l'allaitement maternel exclusif à un moment ou un autre.

Les milieux des familles étaient dits « très bons » ou « bons » chez 78,7 % tandis que 18,4 % étaient considérés comme « déficients ». Le milieu était « rural » ou « semi-rural » à 64,6 % et « urbain » à 35,4 % (sur 178). La médiane de distance par rapport au centre de consultation était de 3 km avec 44 % des familles habitant à 2 km et moins. Les familles (12,2 %) habitaient à 10 km et plus du centre.

3.3. Les centres

Les enfants ont été répartis par centre de manière équilibrée pour les CREN (44, 42, 46 et 39 enfants respectivement

sur les quatre centres) et de manière moins importante pour l'hôpital (11 inclusions). Il n'y avait pas de différence significative entre les enfants des centres, sauf pour les enfants à l'hôpital qui étaient plus âgés et plus malnutris (âgés de 19 mois en moyenne, avec un poids de 6,400 kg soit $-4,05$ Z-score) : ceux-ci n'ont pas été gardés dans le reste de l'analyse.

3.4. Les groupes de traitement selon les variables nutritionnelles

Les trois groupes de traitement se répartissaient ainsi : nutrition habituelle du centre (groupe 1 = 60 enfants), nutrition habituelle du centre + spiruline (groupe 2 = 61), nutrition habituelle du centre + poisson + spiruline (groupe 3 = 61).

Les six décédés se répartissaient de la manière suivante selon les groupes : trois dans le groupe 1, deux dans le groupe

Tableau 1
Description des 3 groupes à l'inclusion

Groupe	1	2	3	<i>p</i>
Compléments	Aucun	Spiruline	Spiruline + poissons	
Nombre par groupe	54	56	55	
Sexe (% garçons)	48,1 %	53,6 %	41,8 %	0,46
Âge moyen (mois)	13,8 mois	13,6 mois	15,6 mois	0,18
Poids moyen (kg)	6,8 kg	6,8 kg	6,6 kg	0,70
Taille moyenne (cm)	71,3 cm	71,4 cm	71,5 cm	0,97
Z-score taille pour l'âge	-1,81	-1,65	-2,27	0,02*
Z-score poids pour la taille	-2,48	-2,38	-2,55	0,48
Périmètre brachial (cm)	12,3	12,6	11,7	0,0005*
Cédèmes	9,3 %	3,6 %	9,4 %	0,40
Âge des mères	29,2 ans	28,3 ans	30,2 ans	0,43
Rang fratrie	3,6	3,7	4,4	0,18
Fratries	3,7	3,8	4,4	0,21
Décès dans la fratrie	32,1 %	33,9 %	54,5 %	0,03*
Prise des compléments « moyenne »	–	50,0 %	35,2 %	0,04*
Milieu déficient	17,0 %	12,5 %	25,9 %	0,20
Distance en km du centre (médiane)	2,5 km	2,0 km	4,0 km	0,15
Milieu urbain	36,5 %	43,6 %	31,5 %	0,42
Hospitalisation	9,3 %	7,1 %	12,7 %	0,60
Plus de 2 maladies	25,9 %	21,4 %	32,7 %	0,40
Allaitement exclusif	16,7 %	16,1 %	10,9 %	0,47

* Variables différentes significativement au seuil de 0,05.

Tableau 2
Résultats nutritionnels des 3 groupes

Groupe	1	2	3	<i>p</i>
Nutrition de base	Habituelle	Habituelle	Habituelle	
Compléments	Aucun	Spiruline	Spiruline + poissons	
Nombre par groupe	54	56	55	
À 60 j				
Poids à 60 j (kg)	7,42 kg	7,41 kg	7,42 g	0,99
Différence de poids/inclusion (g)	+648 g	+605 g	+752 kg	0,44
Prise de poids (g)/jour	10,8 g j ⁻¹	10,1 g j ⁻¹	12,5 g j ⁻¹	
Taille à 60 j (cm)	72,8 cm	72,4 cm	73,0 cm	0,88
Z-score taille/âge	-1,89	-1,95	-2,27	0,21
Différence Z-score taille/âge/inclusion	-0,22	-0,27	-0,16	0,47
Z-score poids pour la taille	-2,06	-1,89	-1,97	0,39
Différence Z-score poids pour taille/inclusion*	+ 0,29	+0,34	+ 0,64	0,048
À 90 j				
Poids à 90 j (kg)	7,28 kg	7,78 kg	7,77 kg	0,17
Différence de poids/inclusion (g)†	+637	+898	+1039	0,13
Prise de poids (g)/jour‡	7,1 g j	9,9 g j ⁻¹	11,5 g j ⁻¹	
Taille à 90 j (cm)	72,9 cm	73,9 cm	73,9 cm	0,63
Z-score taille/âge	-2,02	-1,95	-2,43	0,08
Différence Z-score taille/âge/inclusion	-0,31	-0,34	-0,25	0,62
Z-score poids pour la taille	-2,01	-1,94	-1,88	0,72
Différence Z-score poids pour la taille/inclusion‡	+0,31	+ 0,45	+ 0,72	0,018
Périmètre brachial (cm)	12,9	13,1	12,7	0,11
Différence de PB (cm)/inclusion	0,4	0,6	0,9	0,07

* Différence entre groupe 1 et groupe 2 : $p = 0,76$.

Différence entre groupe 2 et groupe 3 : $p = 0,05$.

Différence entre groupe 1 et groupe 3 : $p = 0,02$.

† Différence entre groupe 1 et groupe 2 : 261 g soit 2,9 g j⁻¹ ; $p = 0,31$.

Différence entre groupe 2 et groupe 3 : 141 g soit 1,6 g j⁻¹ ; $p = 0,06$.

Différence entre groupe 1 et groupe 3 : 402 g soit 4,4 g j⁻¹ ; $p = 0,008$.

‡ Différence entre groupe 1 et groupe 2 : $p = 0,31$.

Différence entre groupe 2 et groupe 3 : $p = 0,06$.

Différence entre groupe 1 et groupe 3 : $p = 0,008$.

2 et un dans le groupe 3 (non significatif [NS]) ; ils ont été exclus de l'analyse finale. Par ailleurs, ont été exclus également les enfants de l'hôpital de Koudougou (11) en raison de leur caractéristique et de leur traitement différents. Au total, 165 enfants ont été analysés avec respectivement 54, 56 et 55 enfants selon les groupes. Les groupes étaient dans l'ensemble comparables à l'inclusion ; cependant, le groupe 3 a été attribué (selon le hasard du tirage au sort) plus volontiers à des enfants plus âgés, plus dénutris (Z-scores plus bas) et dans des familles avec plus d'antécédents de décès (Tableau 1). Il a été tenu compte de ces différences dans l'analyse. Des perdus de vue ont été observés à 60 j et 90 j (pas forcément les mêmes aux deux périodes) malgré une recherche systématique. Il n'y avait pas de différences à l'inclusion entre les perdus de vue et les autres. Enfin, aucun effet secondaire n'a été observé.

Aucune différence significative n'a été constatée entre les trois groupes pour les critères de jugement suivants tant à 60 j ($n = 140$ enfants) qu'à 90 j ($n = 143$ enfants) (Tableau 2) : poids/âge, Z-score du poids et différence/inclusion, taille/âge et différence/inclusion, Z-score du poids pour la taille et

différence/inclusion. Le groupe 3 a gagné en poids et en Z-score du poids par rapport aux autres groupes, de manière non significative (à 90 j, +1,6 g j⁻¹ par rapport au groupe de la spiruline seule et +4,4 g j⁻¹ par rapport au groupe de référence). Les comparaisons deux-à-deux, pour ces variables, n'ont montré aucune différence entre les groupes à 60 j et 90 j.

Il n'y avait pas de différence significative à 60 j et 90 j pour le Z-score poids pour la taille. Cependant, par rapport à l'inclusion, une différence significative est observée en évolution du Z-score du poids pour la taille : + 0,29, + 0,34 et + 0,64 respectivement pour le groupe 1, 2 et 3 à 60 j ($p = 0,048$) et + 0,31, + 0,45, + 0,72 à 90 j ($p = 0,018$). Lorsque les comparaisons deux-à-deux ont été effectuées, il n'y avait pas de différence entre le groupe 2 « spiruline » et le groupe 1 de référence, mais il existe une différence significative entre le groupe 3 « spiruline + poissons » et le groupe 1 de référence et une différence « limite » ($p = 0,05$ à 60 j et $p = 0,06$ à 90 j) entre le groupe « spiruline » et « spiruline + poissons ». Il est retrouvé également une différence significative entre les groupe 3 et 1 pour la prise de poids moyenne par jour

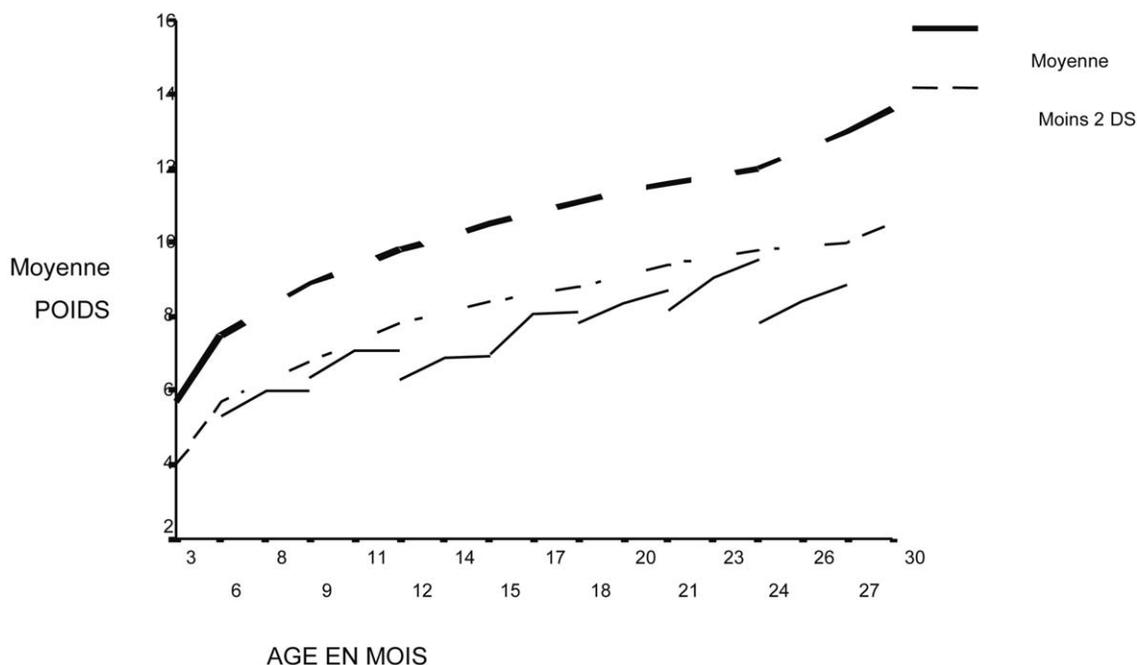


Fig. 3. Courbe de poids des enfants en fonction de l'âge (en kg) par rapport à la courbe de référence de poids/âge.

($p = 0,008$). Ce fait tendrait à montrer que le complément « poissons » est plus efficace dans la prise de poids et le Z-score du poids pour la taille que les compléments habituels ou même que la prise de spiruline seule.

La Fig. 3 montre l'évolution de la courbe de poids des enfants par rapport à la courbe de poids du Chemin de la santé pour quelques enfants. La courbe des enfants malnutris suit parallèlement la courbe des -2 DS avec un léger « rattrapage » quel que soit le groupe de prise en charge, mais reste au-dessous de la ligne des -2 DS.

L'analyse en excluant les enfants avec œdèmes ne montrait pas de résultats significatifs entre les groupes. L'analyse multivariée Anova, en raison de la différence entre les groupes à l'inclusion, n'a pas trouvé de différences de Z-score à 60 j et à 90 j selon les groupes en fonction du centre et des critères présents à l'inclusion (fratrie, maladie, allaitement, décès dans la fratrie, mère malade, distance du centre, famille, milieu rural/urbain, œdèmes). Cependant des variables significativement associées avec une moins bonne prise de poids dans cette analyse ont été retrouvées significatives : existence de maladies intercurrentes pendant la période et absence de compléments à l'allaitement maternel par rapport à l'allaitement maternel seul. Les autres variables telles que le milieu social, l'antécédent de décès n'étaient pas significatives.

4. Discussion

Cette enquête a permis d'étudier la prise en charge de la malnutrition du jeune enfant dans une région du Burkina-Faso où sa prévalence est élevée dans un contexte de mortalité infantile et juvénile important. Les enfants suivis dans ces

centres ont des malnutritions graves avec moins de 3 écarts-types de poids/âge en moyenne ou avec des œdèmes. On constate également des antécédents de décès dans la fratrie élevés à 39,2 %. Les nutriments sont rares et peu diversifiés dans cette région (essentiellement le mil, absence de lait animal) et lorsqu'ils sont disponibles, l'accès des enfants en bas âge à une nourriture spécifique pose problème. L'allaitement maternel est très pratiqué mais les compléments sont rarement précoces et en quantité suffisante.

Les difficultés opérationnelles pour ce type d'enquête représentent une difficulté notable [9], mais le travail des responsables et des personnels des CREN a été bien réalisé avec une bonne compliance. Le fait de constituer des groupes avec tirage au sort n'a pas posé de problème particulier [9]. La puissance de l'étude avait été calculée avant l'étude à 80 % compte tenu des objectifs.

Le groupe 1, de renutrition habituelle, mérite une réflexion : la prise de poids n'est pas importante avec 637 g en 90 j (7 g j^{-1} pour un âge moyen de 14 mois et un poids moyen de 6,7 kg) de même que la prise de Z-score de +0,25 en 90 j. L'existence de pathologies intercurrentes et d'absence de prise de compléments satisfaisants pourraient expliquer ce faible gain. Certains enfants auraient dû manifestement être hospitalisés pour des renutritons plus actives, mais le déplacement et le coût engendré par une hospitalisation (les frais sont à la charge des familles même dans le secteur public) représentent pour beaucoup de familles une grande difficulté.

D'autre part, il est possible que certains enfants aient été porteurs du virus VIH et probablement, n'auraient pas pu prendre de poids ; le tirage au sort a dû les répartir de manière égale dans les trois groupes. Cependant, dans une autre étude, ce fait sera à prendre en compte (problème d'accès au

test sérologique). Ce résultat du groupe à nutrition traditionnelle corrobore la faible efficacité des programmes de renutrition telle qu'elle a été évaluée dans d'autres pays [10] et invite à réfléchir sur les facteurs de succès publiés dans la littérature et qui manquent manifestement dans cette région [9] : clarté des objectifs à atteindre, présence de leaders motivés et compétents, formation et supervision des personnels, évaluation régulière des résultats, intégration de la politique dans un ensemble de soins curatifs et préventifs, soutien de la lutte contre la malnutrition au niveau national et local... Outre l'importance des compléments à l'allaitement maternel, le rôle des infections intercurrentes a été retrouvé dans notre étude en analyse multivariée. Reconnue depuis longtemps, l'infection représente pour beaucoup d'auteurs un facteur majeur de la malnutrition, peut-être plus particulièrement dans le kwashiorkor [5,11,12]. Dans ces conditions, les CREN, qui proposent déjà des compléments alimentaires traditionnels en quantité suffisante et préparés sur place dans le cadre de l'éducation des mères de deux à trois fois par semaine, devraient être ouverts sans doute tous les jours et traiter par antibiotiques toutes les infections décelées (indépendamment de la couverture vaccinale organisée par les PMI) [13].

L'étude du groupe 2 avec la spiruline seule à la dose de 5 g j^{-1} , par rapport au groupe 1 de référence fondé sur la renutrition habituelle, n'a donc pas montré de différence significative sur la prise de poids : entre les groupe 1 et 2 la différence de poids a été de 260 g en 90 j soit $2,9 \text{ g j}^{-1}$ de plus. De même, le poids pour la taille n'a pas été modifié par la spiruline seule. Cependant, la période de suivi de 90 j est peut-être trop courte pour observer un changement. D'autre part, il est possible que la faible dose de cette substance soit également sans effet observable sur cette période. Une autre explication serait que les spirulines, récoltées ou cultivées dans le monde, ne soient pas similaires dans leur composition ou différentes dans leur indice d'absorption. L'analyse de celle de Koudougou a montré qu'elle avait une composition analogue aux autres compositions publiées (6 g de protéines pour 10 g de poids sec) (annexe).

L'étude du groupe 3, avec spiruline et addition de poisson (deux sardines à l'huile par semaine), n'est associée ni à une prise de poids significativement différente des autres groupes, ni à une reprise sur la taille ou sur le poids pour la taille. Cependant, un effet a été observé sur l'évolution du Z-score du poids pour la taille entre le groupe « spiruline + poissons » et le groupe 1 de référence. Dans la mesure où la spiruline seule n'a pas d'effet significatif, on peut penser que la supplémentation en poisson aurait un effet pour elle-même sur le poids à taille égale et que l'on n'a pas de preuve d'un multiplicatif du complément « spiruline + poissons ».

Au total, dans cette étude, il n'a pas été trouvé d'avantage à proposer la spiruline comme complément alimentaire à la dose de 5 g j^{-1} , contredisant les allégations non fondées de quelques références [3], souvent électroniques [2,14] ou fondées sur des études sans groupe témoin [15,16]. Une étude avec des doses plus fortes, comme 10 g j^{-1} ou même 50 g j^{-1} ,

pourrait être proposée avec la limite de la tolérance par l'enfant (consistance dans un plat traditionnel et goût amer) et avec un suivi plus long de 6 mois par exemple.

Cependant, si lors de l'essai, les doses étaient gratuites, la ferme de Koudougou propose désormais des sachets payants dont le coût est manifestement trop élevé pour beaucoup de familles et en limite l'intérêt dans cette indication pédiatrique (environ 700 CFA ou 1 € pour un sachet de 40 g). On peut se demander si des nutriments, moins chers et disponibles traditionnellement sur place et ayant fait la preuve de leur efficacité, ne seraient pas plus intéressants. Cette attitude devrait être renforcée pendant les périodes dites de « soudure » entre la fin des stocks de céréales et l'attente des récoltes suivantes (de juillet à octobre). La participation à des programmes nationaux ou locaux comme le programme Misoila [17] ou d'autres programmes équivalents [18] pourrait être un appoint important dans la lutte contre la malnutrition de l'enfant.

Cette conclusion ne remet pas en cause le principe des fermes de spiruline dont la production peut être exportée en Occident en particulier, permettant des recueils de devises, dans des indications diverses comme la supplémentation à l'effort ou lors de régime amaigrissant !

Annexe. Analyse d'un échantillon de Spiruline (22 juin 2001)

(Laboratoire Développement Méditerranée, 30560 St-Hilaire-de-Brethams)

Analyse	Unité	Méthode	Valeur
Humidité	100 g	NF V04-401	5,4
Matières grasses	100 g	NF V04-403	0,50*
Protéines	100 g	NF V04-407	61,3
Matières minérales	100 g	NF V04-404	8,6
Glucides	100 g	Par de différence	24,2
Calories	kcal 100 g ⁻¹		346
	kJ 100 g ⁻¹		1471
Fer	mg kg ⁻¹		884
Cuivre	mg kg ⁻¹		4,0
Zinc	mg kg ⁻¹		34
Sulfates S-SO ₄	mg 100 g ⁻¹		155

* Échantillon examiné 3 mois après récolte. Une autre analyse sur un échantillon bien conservé a montré 6 %.

Références

- Jacquet J. Étude de la flore dans une préparation de spiruline. *Ann Nutr Aliment* 1975;6:589–601.
- Von Der Weid D. La spiruline fait des miracles. *PROSI Magasin* 2000 381. Site internet <http://www.prosi.net/mag2000/381oct/spiru381.htm>. Consulté le 20 mai 2002.
- Dupire J. Objectif : malnutrition. Paris: Similia; 1998.
- Gustafson KR, Cardellina JH, Fuller RW. AIDS-antiviral sulfolipids from cyanobacterai (blue-green algae). *J National Cancer Institut* 1989;81:1254–8.
- Briend A. Prévention et traitement de la malnutrition. Paris: Éditions de l'Orstom; 1990 (146 p.).

- [6] Dean AG, Dean JA, Coulombier D, Brebdel KA. Epi Info version 6: a word processing, database, and statistics program for public health Version française 6.04c. Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia, USA, 1995.
- [7] WHO working group. Use and interpretation of anthropometric indicators of nutritional status. Bull WHO 1986;46:929–41.
- [8] Kusiaku K, Atakouma YD, Gbadoe AD. Croissance du périmètre brachial chez l'enfant de 1 à 36 mois à Lomé (Togo). Arch Pédiatr 2001;8:1055–61.
- [9] Briend A, Marie B, Desjeux JF. La malnutrition protéino-énergétique dans les pays en voie de développement. In: Ricour C, Ghisolfi J, Putet G, Goulet O, editors. *Traité de Nutrition Pédiatrique*. Paris : Maloine ; 1993. p. 505–12.
- [10] Briend A, Marie B, Desjeux JF. La malnutrition protéino-énergétique dans les pays en voie de développement. In: Ricour C, Ghisolfi J, Putet G, Goulet O, editors. *Traité de Nutrition Pédiatrique*. Paris : Maloine ; 1993. p. 501.
- [11] Editor, Feeding the world's children. Lancet 2002;359:989.
- [12] Keusch GT, Scrimshaw NS. Selective primary health care: strategies for control of disease in the developing world, XXIII Control of infection to reduce the prevalence of infantile and childhood malnutrition. Rev Infect Dis 1986;8:273–87.
- [13] Raulin JP. La malnutrition en Afrique : peut-on lutter efficacement ? Pédiatrie Pratique 2002;134:11–2.
- [14] Falquet J. Spiruline, aspects nutritionnels, Antenna Technologie, Genève. Site Internet [<http://www.flamantvert.fr/FR/index.htm>]. Consulté le 20 mai 2002.
- [15] Gnaolé-Ehua E. La spiruline au secours des enfants malnutris : résultats d'un essai de réhabilitation nutritionnelle à Dakar, à propos de 59 cas, [thèse]. Dakar : Université médecine ; 1996.
- [16] Bucaille P. Intérêt et efficacité de l'algue spiruline dans l'alimentation des enfants présentant une malnutrition protéino-énergétique en milieu tropical [thèse]. Toulouse III : Université Paul Sabatier ; 1990.
- [17] Association MISOLA. 12, rue de Soupirants. 62100 Calais. Site internet : www.globenet.org/misola. Consulté le 20 mai 2002.
- [18] Chauliac M, François M, Treillon R. Évaluation des farines de sevrage produites au centre horticole de Ouando (Bénin). Cahiers Santé 1991; 1:155–63.