



## RESEARCH ARTICLE

### PRODUCTION ET ANALYSE DE LA QUALITÉ NUTRITIONNELLE ET MICROBIOLOGIQUE DE LA SPIRULINE À LA FERME DE DOGONDOUTCHI AU NIGER

**1,\*Amadou Moussa Abdoul Razak, <sup>1</sup>MAHAMADOU Lewami, <sup>2</sup>YAOU Chaibou, <sup>2</sup>Alio Sanda Abdel Kader, <sup>4</sup>Zamo Bori, <sup>4</sup>Djibo TAWAYE, <sup>5</sup>MICHALET Benjamin, <sup>5</sup>Anne Lacoste, <sup>1</sup>Houa SABO SEINI and <sup>1</sup>Hassoumi SADOU**

<sup>1</sup>Département de chimie, Faculté des sciences et Techniques, Université Abdou Moumouni de Niamey, BP: 10.662 Niamey (NIGER)

<sup>2</sup>Département de biologie, Faculté des sciences et Techniques, Université Abdou Moumouni de Niamey

#### ARTICLE INFO

##### Article History:

Received 20<sup>th</sup> December, 2021

Received in revised form

14<sup>th</sup> January, 2022

Accepted 19<sup>th</sup> February, 2022

Published online 22<sup>nd</sup> March, 2022

##### Keywords:

Production, qualité nutritionnelle, microbiologique, spiruline, ferme de Dogondoutchi, Niger.

#### ABSTRACT

**Objectif:** L'objectif général de cette étude, est de contribuer à documenter précisément le déroulement de la culture de spiruline à Douchi et l'analyse de ses qualités nutritionnelles et hygiéniques. **Objectifs spécifiques:** Suivre la production de la spiruline dans trois bassins de 100 m<sup>2</sup> pendant 10 jours et analyser les qualités nutritionnelles et microbiologiques de la spiruline. **Méthodologie et résultat:** Elle consiste à une description de la culture, méthodes d'entretien et de surveillance, le processus de récolte et conditionnement de la spiruline. La description des bassins et le niveau d'eau de ces derniers. Après la description de la ferme, s'en suis l'étude des paramètres de production et de croissance. Ces paramètres sont déterminés par l'utilisation d'un microscope optique, un disque de Secchi pour la détermination de la concentration de la spiruline, un thermomètre pour déterminer la température, un densimètre pour déterminer la densité de la spiruline. Les analyses nutritionnelles sont faites par les méthodes AOAC (1990, 1984) et Kjeldahl, Wolf (1968), à savoir la détermination des glucides, protéines, lipides, matières minérales, humidités et cendre. Pour l'analyse microbiologique elle consiste à dénombrer la flore microbienne des échantillons de spirulines. Elle permet d'en apprécier la qualité hygiénique. Ces analyses utilisent la méthode de comptage des colonies sur boîte de Pétri. On a obtenu des colonies pour le premier échantillon : FMAT 810<sup>3</sup>UFC /g, Levures Moisissure 1,910<sup>2</sup>UFC /g, Coliformes Totaux 510<sup>1</sup>UFC /g, Coliformes fécaux à 44°C 0UFC /g, Acinobacter 1,510<sup>2</sup>UFC /g, Escherichia coli Absence, Salmonella Absence et pour le deuxième échantillon : FMAT 8,91102 UFC, Levures Moisissure 2101UFC /g, Coliformes totaux 0UFC /g, Coliformes fécaux à 44°C 0UFC /g, Acinobacter 0UFC /g, Escherichia coli Absence, Salmonella sp Absence dans 25g. Les analyses nutritionnelles de la spiruline ont donné pour 100g de spiruline : Protéine 75,552% ± 0,833 ; glucide 8,630% ± 1,134 ; lipides 0,576 % ± 0,080 ; cellulose 0,847% ± 0,099 ; matière minérale 9,713 % ± 0,508 ; humidité 4,682 % ± 0,141. La spiruline a une valeur énergétique de 341,912 Kcal pour 100g de spiruline. **Conclusion et application des résultats :** La qualité microbiologique est satisfaisante vis-à-vis des normes de la spiruline : avec un CH (critères d'hygiène) acceptable et satisfaisant et un CS (critère de sécurité) parfait vu l'absence total des salmonelles et Escherichia coli à 37°C. La concentration élevée en protéine de la spiruline à montrer que la spiruline est un complément alimentaire très efficace pouvant être intégré dans les fortifications alimentaires et dans les récupérations nutritionnelles.

##### \*Corresponding Author:

Amadou Moussa Abdoul Razak

#### INTRODUCTION

Les farines enrichies sont utilisées dans les CREN (centres de récupération nutritionnelle), pour la récupération des enfants atteints de malnutrition aiguë modérée. La plupart des farines de récupération nutritionnelle sont formulées à base des céréales, légumineuses et autres CMV (complexe minéraux-vitaminés), notre approche consiste à intégrer la spiruline dans

les formulations des farines infantiles à fin d'obtenir un complexe céréale, légumineuses et spiruline. Dans le cadre de notre thèse qui a pour Thème : Analyses nutritionnelles, microbiologiques et test de l'efficacité thérapeutique de la farine infantile à base de céréales, du soja et de la spiruline chez les enfants de 6 à 59 mois atteints de malnutrition aiguë modérée au Niger. Nous avons opté à utiliser la spiruline cultivée à Dogon Doucthi pour l'enrichissement de notre farine pour le test de récupération nutritionnelle. Alors cette étude s'inscrit dans la logique d'étudier la qualité nutritionnelle et hygiénique de la spiruline.

##### \*Corresponding Author: Amadou Moussa Abdoul Razak,

Département de chimie, Faculté des sciences et techniques, Université Abdou Moumouni de Niamey, BP: 10.662 Niamey (Niger).

Dans la même logique s'applique l'étude de la traçabilité de la culture jusqu'au conditionnement afin de s'assurer de l'innocuité totale de la spiruline qui sera utilisée dans la formulation de la farine de récupération nutritionnelle.

## MATERIEL ET METHODES

**Zone d'étude :** La commune de Dogondoutchi (la « haute colline »), elle se situe à environ 300 Km à l'Est de Niamey, à 40 Km du Nigeria sur la route RN1 qui joint la capitale des villes de Zinder et Maradi à l'Est, Agadez et Arlit au Nord. Les limites de l'arrondissement de Dogondoutchi sont celles de l'ancienne région de l'AREWA. La ferme se trouve à 350 m de la route RN1, en quittant de STM TENERE (Société de transport), puis du restaurant dadin kowa à la ferme de spiruline. la ferme se trouve à 13°37'55.9 au Nord et à 4°01'54.6 à l'Est (Figure 1).

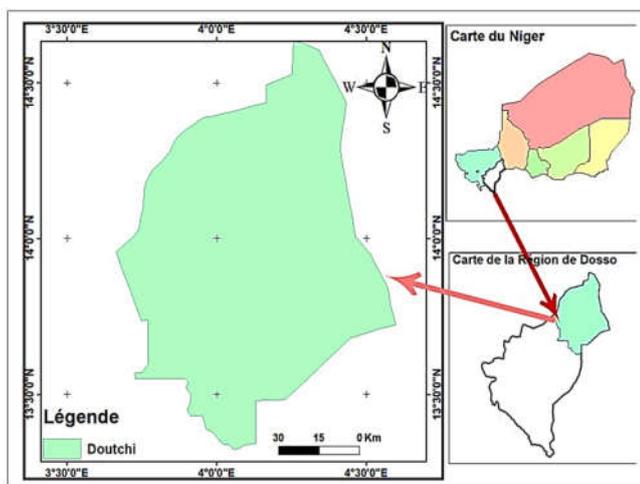


Figure 1. Localisation de la zone d'étude

### Matériel de la ferme

#### Inventaire du matériel pour la culture de spiruline

- Seringues 10ml pour la mesure des intrants liquides
- Récipient plastique pour le mélange des produits d'alimentation
- Balaie plastique pour agiter et homogénéiser les surfaces des bassins
- Agitateur automatique dans les bassins pour agiter temporairement et créer des jeux d'eau des bassins.

#### Inventaire du matériel pour l'entretien et la surveillance de la spiruline

- Disque de Secchi pour la mesure de la concentration
- Règle graduée de 30 cm pour la vérification du niveau d'eau
- Thermomètre
- Densimètre

#### Inventaire du matériel de laboratoire

- Microscope optique pour l'observation microscopique
- Pistolet manuel à extruder de capacité 500 ml, modèle SIKA
- Balance (Unité Kg)

- Balance électronique

#### Inventaire du matériel de récolte et conditionnement

- Toile de filtration en polyester de 30 microns de mailles pour tous les bassins
- Tamis métallique de 0,2 mm de mailles
- Récipients en plastique pour la récolte de la spiruline
- Pelle en plastique pour la récolte et agitation
- Claies en grilles de plastique de 5 mm de mailles pour le séchage, classées dans le séchoir
- Sachets plastiques pour le conditionnement

#### Les bassins de culture de la spiruline

##### Mesure du niveau d'eau des bassins de culture Méthode:

Le niveau du milieu de culture dans le bassin est mesuré à l'aide d'une règle graduée de 30 cm. Cette mesure permet d'une part, d'apprécier la vitesse d'évaporation de l'eau du bassin, d'autre part, de savoir la quantité d'eau à ajouter au milieu.

##### Paramètres de production et de croissance

**La densité :** On utilise un densimètre. La lecture se fait au niveau inférieur du ménisque. Le densimètre est plongé dans le bassin et on procède à la lecture de la Densité, le densimètre montre une salinité moyenne de 2 sur le trait vert du densimètre, inférieur à 2 correspond à une salinité faible, donc cela fait penser à une augmentation des sels. Par contre une salinité supérieure à 2 informe que la concentration du milieu en sel est forte, donc il faudra diminuer la concentration par la dilution du milieu.

##### Mesure de la concentration en spiruline

###### Méthode

- La détermination de la concentration en spiruline est faite grâce au disque de Secchi (instrument constitué d'une règle graduée de 30 cm de long, portant à son extrémité inférieure un disque blanc). Cette règle permet une mesure approximative de la concentration.
- La mesure de la concentration en spiruline a deux objectifs :
- Elle permet de savoir le moment idéal pour la récolte de la spiruline
- Elle permet aussi d'avoir une idée sur la vitesse de croissance de la spiruline dans un bassin, cette vitesse pourra s'exprimer en cm par jour par mètre carré de bassin ou en grammes par jour par mètre carré de bassin.
- Avant de mesurer, agiter pour homogénéiser le milieu, puis laisser décanter les boues quelques minutes. On note la profondeur, en centimètre, où il devient juste impossible de distinguer le disque. Plus le Secchi disparaît, plus elle informe que la concentration en spiruline est forte.
- Le Secchi 2 est la moyenne, une mesure inférieure à 2 est un paramètre de bonne croissance de la spiruline, supérieur à 2 jusqu'à 3 ou autant montre que la spiruline ne croit pas et informe que la spiruline est stressée et que la concentration en spiruline est faible.
- La concentration en spiruline peut aussi se mesurer au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 560 nm

comme l'a fait Zarrouk dans sa thèse : il avait trouvé que 1 unité de densité optique correspond à 0,7 g de spiruline par litre (Zarrouk, 1966)

**Production de la spiruline :** La spiruline vie dans un milieu salé et alcalin. L'eau utilisée pour le milieu de culture doit être de préférence potable, elle a besoin des sels minéraux et du CO<sub>2</sub>. Mais elle réclame une surveillance journalière sur plusieurs paramètres pour apprécier son évolution, son stade de récolte, ou des éventuelle stresses ou contaminions.

**Observations microscopiques et macroscopique:** Nous avons observé la spiruline au microscope optique au fort grossissement pour apprécier la forme de la spiruline en culture, sa croissance et si possible si elle est attaquée par d'autres microorganismes ou une contamination.

### Analyses microbiologiques et nutritionnelles de la spiruline

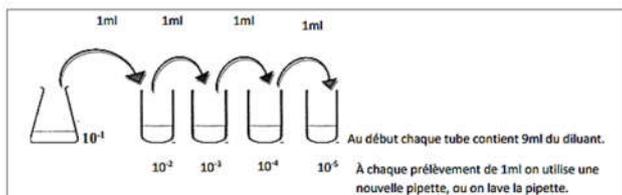
#### Analyses microbiologiques

#### Méthode

Elle consiste à dénombrer la flore mésophile aérobie totale, les levures et moisissures, les streptocoques fécaux ainsi que les coliformes totaux des échantillons de spirulines. Elle permet d'en apprécier la qualité hygiénique. Ces analyses utilisent la méthode de comptage des colonies sur boîte de Pétri.

**Mode opératoire:** Des dilutions en cascade ont été réalisées. Dans 10 grammes de spiruline, ajouter 90g de diluant stérile. Ce mélange constitue la dilution 10<sup>-1</sup>. Après homogénéisation, les dilutions successives sont obtenues en prélevant 1 ml de la dilution précédente qu'on ajoute à 9 ml de diluant stérile.

#### Technique de dilution en cascade



AFNOR NF V 08 010 de Mars 1996, il existe parallèlement une norme ISO 6887 de 1983.

- **Flore Mésophile Aérobie Totale:** le milieu Plate Count Agar (PCA) est utilisé. 1ml d'une Dilution est prélevée et ensemencée dans la gélose en surfusion. Les incubations sont faites à 30 °c et les lectures après 24 et 48 heures. **V 08-011// ISO 4833 (1991).**
- **Levures et Moisissures :** le milieu Sabouraud est utilisé. 1ml d'inoculum est ensemencé dans la gélose en surfusion. Les boîtes sont incubées à 30 °c et les lectures après 3 à 4 jours.

#### V 08-022//ISO 7954 (1988)

- Coliformes totaux le milieu Mac Conkey ou est utilisé. 0,1 ml d'inoculum est ensemencé et l'incubation est faite à 37 °c. La lecture est faite après 24 et 48 heures.
- Coliformes fécaux : le milieu Désoxycholate lactose Agar ou Mac Conkey (1%) est utilisé. 1ml d'une

dilution est ensemencé. L'incubations est faite à 44°c et les lectures après 24 et 48 heures.

V08-060 (1996) / ISO 7218 5 (Microbiologie alimentaire méthode de routine). Expression des résultats Le nombre total de germes est déterminé selon la formule suivante

$$N = \frac{\sum C}{(n1 + 0,1n2) \cdot d}$$

(AFNOR, 1996).

N: Nombre total de germes exprimé en unité formant des colonies.

$\sum C$ : Somme de colonies des boîtes des deux dilutions retenues.

n1: Nombre de boîtes de la plus faible dilution.

n2: Nombre de boîtes de la seconde dilution.

D: Facteur de dilution correspondant à la plus faible dilution.

Si les colonies sont inférieures à 15 :  $N = \frac{\sum C \times 1}{d}$

#### Analyses nutritionnelles de la spiruline

Les analyses biochimiques permettent de déterminer la qualité nutritionnelle de la farine, notamment le taux d'humidité, de protéine, de matières grasses, et de cendre.

•L'humidité se base sur la déshydratation de la farine à l'étuve à 100°C pendant 12h par la méthode AOAC (1990).

**Calcul :** Humidité (%) =  $100 \times (1 - (P_2 - 0) / P_1)$

•Les lipides sont déterminés par la méthode de Soxhlet à l'hexane par percolation, suivis d'une élimination du solvant par distillation et enfin d'une dessiccation du résidu à l'étuve et la pesée de celui-ci.

**Calcul :** Matières grasses (%) =  $100 \times (P_3 - P_2) / P_1$

P1 : Prise d'essai, P2 : Poids du ballon vide P3 : Poids du ballon contenant les matières grasses

•La détermination des protéines totaux est effectuée par la méthode Kjeldahl, Wolf (1968).

**Calcul** du % protéines =  $\% N \times F = (VE - VB) \times CN \times 14,01 \times F / M$

PE: Prise d'essai (0,2g) VE : Volume d'acide sulfurique nécessaire pour titrer l'échantillon VB: Volume d'acide sulfurique nécessaire pour titrer le blanc N : Titre de l'acide sulfurique (0,1N) 6,25 : Facteur de conversion

•Les cendres sont mesurées par incinération au four à 600 °C pendant 6 heures par la méthode AOAC (1984).

**Calcul :** Cendre (%) =  $100 \times ((P_2 - P_0) / P)$

P1 : Prise d'essai, PO : Poids du creuset à vide

P2 : Poids total en fin d'incinération

•Cellulose brute : l'échantillon est traité successivement par des solutions bouillantes d'acides sulfuriques et d'hydroxyde de sodium, lavé, séché puis calciné. Les pertes de poids restants de la calcination correspondent à la cellulose brute.

Tableau 1. Paramètres de surveillance et de croissance du bassin G 2 pour 9 jours de surveillance

Densité	1,015	1,014	1,020	1,015	1,020	1,022	1,020	1,025	1,015
Secchi (Cm)	2	1,5	1	2	2	2,2	2	2,5	2
Hauteur d'eau (Cm)	17	17	19	18,5	18,5	18	18	17,8	18
Température	25°C	29°C	27°C	28°C	27°C	28°C	27°C	28°C	28°C
Microscopie	Spiruline normale	Spiruline normale	Spiruline normale	Spiruline normale	Spiruline normale	Spiruline normale	Spiruline normale	Spiruline normale	Spiruline normale
Macroscopie	Trouble	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	normale
Evènement	Surveillance de la culture	Surveillance de la culture	Récolte et +alimentation	Surveillance de la culture	Surveillance de la culture	Surveillance de la culture	Récolte et alimentation	Surveillance de la culture	Surveillance de la culture

Tableau 2. Paramètres de surveillance et de croissance du bassin G 3 pour 9 jours de surveillance

Densité	1,020	1,015	1,015	1,014	1,014	1,020	1,015	1,014	1,014
Secchi	1	2	2	2	1,5	2	2	1,5	1,5
Hauteur d'eau	19	18,5	18	18,5	18	17,5	17	17,5	17
Température	25°C	29°C	27°C	28°C	27°C	28°C	27°C	28°C	28°C
Microscopie	Normale	Allongée	Allongée	Allongée	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale
Macroscopie	Trouble	Trouble	Trouble	Trouble	Trouble	Trouble	Trouble	Trouble	Trouble
Evènement	Récolte alimentation	Surveillance de la culture	Récolte alimentation	Surveillance de la culture	Surveillance de la culture	Surveillance de la culture			

Tableau 3. Paramètres de surveillance et de croissance du bassin G 4 pour 9 jours de surveillance

Densité	1,018	1,015	1,015	1,014	1,014	1,020	1,015	1,014	1,014
Secchi	2	2	1,5	2	2	1,5	2	2	1,5
Hauteur d'eau	17,5	18,5	16	15,5	17	17,5	17,5	16,5	16
Température	25°C	29°C	27°C	28°C	27°C	28°C	27°C	28°C	28
Microscopie	Allongée	Allongée	Allongée	Allongée	± Allongée	Allongée	Allongée	en surface	en surface
Macroscopie	Trouble	Trouble	Trouble	Trouble	Trouble	Trouble	Trouble	Trouble	
Evènement	Ajout de 100g d'urée	Surveillance de la culture	Surveillance de la culture	Surveillance de la culture	Récolte alimentation	Surveillance de la culture			

Tableau 4. Résultats des analyses microbiologiques du Bassin G2

Microorganisme	Température optimal (°C)	spiruline de doucthi	Standard	S/conclusion
FMAT	37°C	810 <sup>3</sup> UFC /g	< 1,0.10 <sup>5</sup> UFC /g	CH Satisfaisant
Levures Moisissures	37°C	1,910 <sup>3</sup> UFC /g	< 1,0.10 <sup>3</sup> UFC /g	CH Satisfaisant
Coliformes Totaux	37°C	510 <sup>1</sup> UFC /g	<1,0.10 <sup>2</sup> UFC /g	CH Satisfaisant
Coliformes fécaux	44°C	0UFC /g	<1,0.10 <sup>2</sup> UFC /g	CH Satisfaisant
Acinobacter	37°C	1,510 <sup>3</sup> UFC /g	< 1,0.10 <sup>5</sup> UFC /g	CH Satisfaisant
Escherichia coli	37°C	Absence	< 10 UFC /g	CS Satisfaisant
Salmonella sp	37 °C	Absence	Absence dans 25g	CS Satisfaisant

Tableau 5. Résultats des analyses microbiologiques du Bassin G3

Microorganisme	Température optimal (°C)	spiruline doucthi	Standard	S/conclusion
FMAT	37°C	8,9110 <sup>3</sup> UFC /g	< 1,0.10 <sup>5</sup> UFC /g	CH Satisfaisant
Levures Moisissures	37°C	210 <sup>1</sup> UFC /g	< 1,0.10 <sup>3</sup> UFC /g	CH Satisfaisant
Coliformes totaux	37°C	0UFC /g	<1,0.10 <sup>2</sup> UFC /g	CH Satisfaisant
Coliformes fécaux	44°C	0UFC /g	<1,0.10 <sup>2</sup> UFC /g	CH Satisfaisant
Acinobacter	37°C	0UFC /g	< 1,0.10 <sup>5</sup> UFC /g	CH Satisfaisant
Escherichia coli	37°C	Absence	< 10 UFC /g	CS Satisfaisant
Salmonella sp	37 °C	Absence	Absence dans 25g	CS Satisfaisant

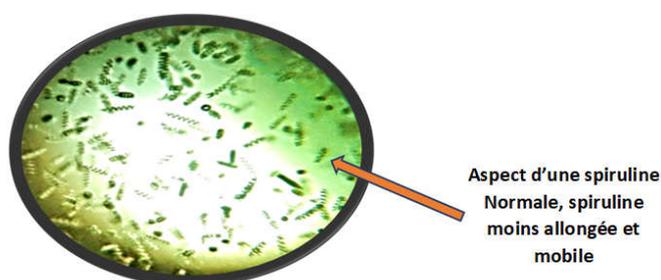
CH = Critère Hygiène, CS = Critère Sécurité

## RESULTATS DISCUTION

**Analyses macroscopiques de la spiruline :** L'observation microscopique des spirulines normales montre ces derniers en spirales bienallongées. (Figure 2). La spiruline est testée biologiquement et les résultats sont présentés dans les tableaux 4 et 5.

Tableau 6. Résultat de l'analyse nutritionnelle de la spiruline

Spiruline de Dogondoutchi		
Nutriments	Moyenne pour 100g de spiruline	
Protéine	75,552%	± 0,833
Glucide %	8,630	± 1,134
Lipides	0,576 %	± 0,080
Cellulose	0,847 %	± 0,099
Matière minérale	9,713 %	± 0,508
Humidité	4,682 %	± 0,141



Spiruline de dogpndoutchi ==>>>(dogondoutchi)

Figure 2. Spiruline vue au microscope

Tableau 7. Teneur en minéraux de la spiruline (mg/100g)

Spiruline de Dogondoutchi			Apport journalier recommandé
Minéraux	mg/100g	mg/kg	
Fer	51 mg	510 mg	18 mg
Calcium	0,1 mg	1 mg	1g
Zinc	0,1 mg	1 mg	10 mg
Potassium	134,7 mg	1347 mg	1 à 3 g
Sodium	149,1 mg	1491 mg	2 g
Magnésium	1,8 mg	18 mg	0,2 g

Les analyses montrent l'absence de l'Escherichia coli, salmonella et Acinobacter au différentes températures respectives, 44°C, 37° C, 30°C. les FMAT, Levures Moisissures, Coliformes totaux à 37°C et Coliformes fécaux à 44°C sont inférieurs au valeurs standards UFC (Unité Formant Colonie) par gramme de spiruline. BILAN: Qualité microbiologique satisfaisante Commentaires : La "spiruline de Dogondoutchi" (CH = Critère Hygiène. CS = Critère Sécurité). Un CH acceptable ou non satisfaisant entraîne la mise en place d'action corrective. Un CS non satisfaisant peut entraîner le retrait du lot.

Normes de la spiruline en France

(Selon Arrêté du 21/12/1979)

Par rapport au poids sec, en ppm (mg/kg):

Protéines = 65 % en poids (norme : >50)  
 Glucides = 15 % en poids  
 Minéraux = 7 % en poids (cendres totales : <10)  
 Lipides = 6 % en poids  
 Fibres = 2 % en poids  
 Eau = 5 % en poids (norme : <10)

Contenu énergétique = 3800 gcalories ou 16 kJ/ gramme sec.

La teneur en fer de la spiruline cultivée (550-6000 mg/kg) est à souligner doublement du fait que les carences en fer sont très

répandues (anémies par carence en fer), surtout chez les femmes et les enfants et que les bonnes sources alimentaires de fer sont rares. Falquet J, Hurni JP (2006), L'apport en fer de la spiruline (de Dogondoutchi) est de 510 mg/Kg, valeur au voisinage de la moyenne. Cependant pour prévenir et lutter contre l'anémie ferrique, une augmentation de la teneur en fer de la spiruline est importante pour augmenter la teneur en fer de cette dernière.

## CONCLUSION

La spiruline peut lutter contre la malnutrition par son apport protéinique et calorique très considérable par gramme de matière sèche, elle est très efficace dans la prévention et la prise en charge de l'anémie ferrique, renforce et améliore de système immunitaire et aide à améliorer le métabolisme. Dans une prochaine étude, il est suggéré d'étudier l'apport de fer du ferfol (fer + acide folique) sur l'amélioration de la croissance, la teneur en fer et en biomasse de la spiruline cultivée à Dogondoutchi. En termes de recommandation, pour mieux s'adapter aux bonnes pratiques d'hygiène pendant les manipulations et améliorer la culture pour une meilleur innocuité de la spiruline il faudra

- Installer des serres pour les bassins pour empêcher l'entrée des animaux et autres débris apportés par le vent, insectes et plastiques.
- Contrôle de l'hygiène
- Utilisation des gants et bavette pour limiter les contamination l'ors des manipulations
- Appliquer les mesures de stérilisation des matériels de labo, les seaux, les gobelets, le disque Secchi, la règle et autres matériels de surveillance de la culture
- Appliquer les mesures d'hygiènes et assainissements aux alentours des bassins
- Désinfecter tous les matériels de prélèvements et séchage jusqu'à la conservation avec de l'eau de javel et ou alcool
- Clôture les bassins pour prévenir la contamination des animaux

## REFERENCES

AFNOR, 1996. Analyse micro biologique : contrôle de la qualité des produits alimentaires méthodes sectorielles. Tome 2, 6e ed,380 p

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY ( AOCs ), 1990. Official methods and recommended practics. 4th ed.

Falquet J, Hurni JP 2006. Spiruline, Aspects Nutritionnels. Antenna Technologies. 41 p.

Falquet J, von der Weid D. 2004. Spiruline et malnutrition Arch Pediatr. 11(5):465

FALQUET J., 1996. Spiruline, aspects nutritionnels. Antenna Techn., Genève, 22 p

Farrar W.V. 1966. Tecuitlatl; a glimpse of aztec food technology, Nature 211,341-342

Fox R.D., 1999. La spiruline: technique, pratique Etpromesse. Traduction de Hubert Latham. Editions Edisud. 2ème édition.

IBTISSEM CHIKH 2017. analyse microbiologique de quelques épices, Mémoire, Université Mouloudammeri De Tizi Ouzou, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques Département de Microbiologie et Biochimie Spécialité : Sciences Biologiques, P.76.

Jourdan J.P. 1993. "Solarium spirulina farm in the

- Atacama desert (North Chile)", Bulletin de l'Institut océanographique, Monaco, N° spécial 12.
- Jourdan J.P. 1993. "Survival type production of spirulina", 6th International conference on applied algology, Ceske Budejovice
- Jourdan J.P. 2012. «Cultivez votre spiruline », manuel de culture artisanale, P. 226.
- Ozdemir G, Karabay NU, Dalay MC, Pazarbasi B. 2004. Antibacterial activity of volatile component and various extracts of *Spirulina platensis* .Phytother Res, Volume 18, Issue 9, 754-757
- Santillan C. (1974). Cultivation of the *Spirulina* for Human Consumption and for Animal Feed International Congress of Food Science and Technology, Madrid (Spain) September 1974.
- 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, 535-552.
- Zarrouk C. (1966), Contribution à l'étude d'une cyanophycée : influence de divers facteurs physiques et chimiques sur la croissance et la photosynthèse de *Spirulina maxima* (Setch et Gardner) Geitler, Thèse de doctorat, Faculté des Sciences de l'Université de Paris,.

\*\*\*\*\*