



Analyse nutritionnelle et étude des effets antimycosiques, anti-inflammatoires de la spiruline chez les sujets malades de la teigne du cuir chevelu à N'Djaména(Tchad)

Ridine Wague¹, Nguinambaye Mberdoum Memti ², Lazahki Pagboun²

1- Université de Pala, Route Nationale Léré- Pala , BP 20 Pala Tchad

2- Université de N'Djaména, Laboratoire de Botanique Systématique et d'Ecologie Végétale

Auteur correspondant: Ridiné Wagué, E-mail ridine.wague@gmail.com

Submitted 17/10/2025, Published online on 31/01/2026 in the <https://www.m.elewa.org/journals/journal-of-applied-biosciences-about-jab/> <https://doi.org/10.35759/JABs.216.2>

RESUMÉ

Objectif : La teigne du cuir chevelu est une infection fongique causée par des dermatophytes, champignons microscopiques qui sont courants chez les enfants d'âge préscolaire et scolaire et ont une affinité particulière pour la kératine. Le but de cette étude est de démontrer l'effet antifongique de la poudre de spiruline chez les sujets infectés.

Méthodologie et résultats : Des méthodes biochimiques et cliniques ont été utilisées pour identifier ces substances et traiter les enfants atteints de teigne, respectivement. Les échantillons utilisés contenaient entre 4,906 et 33,96 mg/100 g MS de phycocyanine, un ingrédient actif qui agit sur le système immunitaire. Les composés phénoliques totaux ont été déterminés dans les échantillons. CST1 a la teneur totale en polyphénols la plus élevée (8,5 mg GAE/100 g DM), tandis que le site de Madjorio avait la teneur la plus faible à 5,75 mgGAE/100gDM. Ce composé a des propriétés actives contre le rajeunissement cellulaire, dans ce cas la croissance des cheveux. Les teneurs intermédiaires allaient de 6,01 à 7,25 mgGAE/100 gDM. La teneur en caroténoïde de l'échantillon de spiruline du site de Madjorio (1,89 mg/100 g DM) est nettement inférieure à celle des autres échantillons, le site CST1 ayant la teneur en caroténoïdes la plus élevée de tous les échantillons, à 6,14 mg/100 g de poids sec de spiruline. Il a déterminé la présence de saponine, une molécule active contre les infections fongiques, avec une moyenne de 1,30 mg/l. Parmi les 411 étudiants inclus dans cette étude, 40 avaient une teigne du cuir chevelu, avec un taux global de 9,73 %. Les enfants d'âge scolaire, majoritairement masculins (33 garçons, soit 82,5 %, et 7 filles, soit 17,5 %), étaient les moins touchés. L'analyse des résultats par genre montre une prédominance masculine avec un sex-ratio de 4,71. Les enfants de 4 à 6 ans étaient les plus touchés par cette affection, avec 27,5 %, et la classe CP1 était la plus touchée, avec un taux de 30 %.

Conclusion et application des résultats : Par conséquent, selon cette étude, les campagnes de sensibilisation du public, l'éducation à la santé et les mesures préventives sont les moyens les plus efficaces pour traiter la nécrose capillaire.

Mots clés : Spiruline, teignes du cuir chevelu, antimycosique, phycocyanine.

ABSTRACT

Objective: Scalp ringworm is a fungal infection caused by dermatophytes, microscopic fungi that are common in preschool and school-aged children and have a particular affinity for keratin. The aim of this study is to demonstrate the antifungal effect of spirulina powder in infected subjects.

Methodology and results: Biochemical and clinical methods were used to identify these substances and treat children with ringworm, respectively. The samples used contained between 4.906 and 33.96 mg/100 g MS of phycocyanin, an active ingredient that acts on the immune system. Total phenolic compounds were determined in the samples. CST1 has the highest total polyphenol content (8.5 mg GAE/100 g DM), while the Madjorio site had the lowest content at 5.75 mgGAE/100gDM. This compound has active properties against cell rejuvenation, in this case hair growth. Intermediate contents ranged from 6.01 to 7.25 mgGAE/100 gDM. The carotenoid content of the spirulina sample from the Madjorio site (1.89 mg/100 g DM) is significantly lower than that of the other samples, with the CST1 site having the highest carotenoid content of all the samples, at 6.14 mg/100 g of spirulina dry weight. It determined the presence of saponin, a molecule active against fungal infections, with an average of 1.30 mg/l. Among the 411 students included in this study, 40 had scalp ringworm, with an overall rate of 9.73%. School-age children, predominantly male (33 boys, or 82.5%, and 7 girls, or 17.5%), were the least affected. Analysis of the results by gender shows a male predominance with a sex ratio of 4.71. Children in the 4-6 age group were the most affected by this condition, with 27.5%, and the CP1 class was the most affected, with a rate of 30%.

Conclusion and application of results: Therefore, according to this study, public awareness campaigns, health education, and preventive measures are the most effective ways to treat scalp ringworm.

Keywords: Spirulina, scalp ringworm, antimycotic, phycocyanin.

INTRODUCTION

La spiruline (*Spirulina platensis*) est une micro-algue ayant une activité biologique anti-inflammatoire, utilisée aujourd'hui pour produire des compléments alimentaires riches en protéines, acides gras essentiels, vitamines et minéraux (Adrian et al., 2023). En effet, la spiruline est présentée comme le meilleur aliment pour l'avenir (« the best food for the future ») lors de la conférence des Nations Unies sur l'Alimentation en 1974. Pour l'UNESCO, elle est considérée comme « l'aliment idéal et le plus complet de demain » et « l'une des meilleures sources de protéines » pour la FDA (Food and Drug Administration). La spiruline est mise en avant par plusieurs structures au sein de l'ONU et de l'OMS pour son utilisation dans la lutte contre la malnutrition aigüe dans le monde (Soizic, 2019). Outre le titre de complément alimentaire, la spiruline possède plusieurs

vertus thérapeutiques qui ont fait l'objet de nombreuses études pharmacologiques et cliniques, avec souvent des résultats satisfaisants et concluants. Elle contient des pigments tels que la chlorophylle (pigment vert), le bêta-Carotène (pigments caroténoïdes), précurseur de la vitamine A et de la phycocyanine (bleu) (Elfar et al., 2022). La teigne est un nom générique désignant des maladies des régions kératinisées du corps (peau, cheveux, poils, ongles : onychomycoses) caractérisées par des plaques arrondies croissant de leur centre vers leur périphérie avec une peau changeant d'aspect et de couleur, et disparition des poils ou cheveux dans certains cas (Pietro et al., 2014). Les teignes sont des infections fongiques, ou mycoses, provoquées par des champignons microscopiques appelés dermatophytes (Florence, 2022). Ce sont des mycoses à

l'origine d'alopécie transitoire, habituellement bénignes (excepté dans la rare teigne favique) (Chabasse et Contet, 2013; Iken, 2019). Elles restent d'une part, un problème d'actualité car elles touchent de nombreux enfants, d'autre part, un problème de santé publique du fait du coût élevé du traitement (Lermite et al., 1981; Contet, 2002). Le terme de teigne désigne les infections dermatophytiques comportant un parasitisme pileux du cuir chevelu (*Tinea capitis*) ou de la barbe (*Tinea*

barbae) (Feuilhade et La Croix, 2001) et appartiennent à trois genres, *Epidermophyton*, *Microsporum* et *Trichophyton*. Plusieurs études ont été menées sur la détermination de la valeur nutritionnelle de la spiruline, sa composition chimique et sa valeur thérapeutique par certains auteurs (Sguera, 2008). Peu d'étude ont été faites sur les effets antimycosiques de la poudre de spiruline chez des sujets malades au Tchad.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Situation géographique de la ville de N'Djaména : N'Djaména est l'une des villes du Tchad, située au Centre-Ouest au 15°3'1'' Est de Longitude et 12°7'0'' Nord de Latitude, à environ 280 mètres d'altitude. Elle est la plus grande ville et par ailleurs capitale politique du Tchad. N'Djaména est construite sur un site marécageux sur la berge droite de la rivière

Chari, au Sud du Lac Tchad et couvre une superficie de 41.000 ha. Le climat est de type tropical sahélien caractérisé par deux saisons : une longue saison sèche allant du mois d'octobre au mois de mai puis une saison pluvieuse de l'ordre de 200 à 500 mm de précipitation (INSEED, 2012).

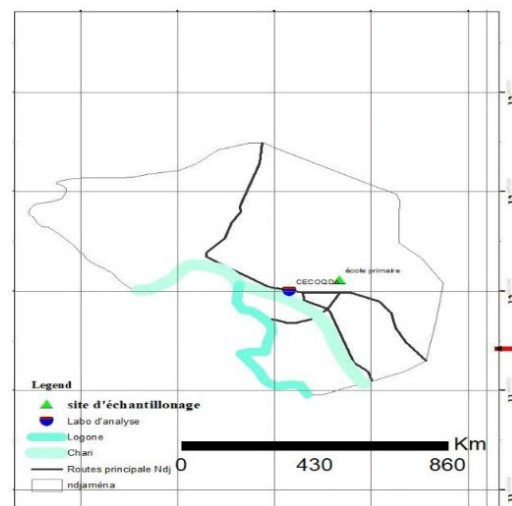


Figure 1 : Carte de la ville de N'Djaména

Méthodes

Déroulement et type d'étude : Les journées et les heures de visite ont été établies en collaboration avec le directeur de l'école. Quarante (40) élèves suspectés d'être atteints de teigne ont été examinés à partir du cuir chevelu les jours d'enquête. Les données paramétriques et les facteurs favorisants (existence de cas similaires dans la famille,

contact avec les animaux et le sol ; échanges d'objets) ou les données épidémiologiques et les données cliniques incluant (antécédents médicaux ; nombre, taille et aspect des lésions) et enfin les traitements encourus. Il s'agit d'une étude prospective analytique sur une période de six mois allant du mois d'avril à septembre 2024.

Elle était constituée de tous les enfants rencontrés dans la cour de l'école scolarisés ou non et âgés entre 2 et 12 ans et de sexes confondus présentant une affection cutanée et ayant accepté de participer à l'étude de façon volontaire. Les sujets inclus dans l'étude sont ceux des malades atteints d'infections fongiques ou présentant des aspects évocateurs d'une teigne, scolarisés et présents le jour de l'enquête, des parents et élèves consentants. Le critère de **non inclusion** concernaient des sujets ayant pris des antifongiques dans les 4

semaines précédentes ainsi que ceux sous traitement antirétroviral ou absent le jour de l'enquête avec des parents non consentants à l'étude.

Saponines (test de mousse) : La méthode de Kozol (1990) a été utilisée pour la détermination de la teneur en saponines. Une hauteur de mousse persistante supérieur à 1 cm indique la présence des saponosides (Benmehdi *et al.*, 2011). La formation d'une mousse persistante après 5 à 10 secondes confirme la présence des saponines.



Figure 2 : Tube contenant de l'eau et spiruline

La teneur en saponine a été déterminée par la relation suivante :

Saponine (mg)

$$= \frac{0,432 \times (\text{hauteur de la mousse en cm après 5 à 10 sec}) + 0,008}{\text{Masse de l'échantillon en gramme}}$$

Composés phénoliques : Les composés phénoliques, présents en abondance dans les végétaux, sont des molécules organiques aux multiples rôles, tant pour les plantes que pour les humains. Ils agissent comme des antioxydants, des agents de défense contre les stress environnementaux et les pathogènes, et contribuent aux propriétés sensorielles des aliments. Ils aident à protéger les cellules contre les dommages causés par les radicaux libres, contribuant à la prévention du vieillissement et de certaines maladies. Ils sont utilisés dans les cosmétiques (anti-âge, anti-tâches), les produits pharmaceutiques (désinfectants, anesthésiques) et comme

agents de conservation. Les polyphénols totaux ont été évalués suivant la méthode spectrophotométrique utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu décrite par Gao, Ohlander, Jeppsson, Björk et Trajkoyski (2000). Les résultats sont exprimés en g d'acide gallique/100g de matières sèches.

Teneurs en phycocyanine : La phycocyanine peut être mesurée par des méthodes physico-chimiques similaires à celles utilisées pour la détermination de la chlorophylle a, par exemple, l'extraction par solvant, les séparations chromatographiques et les analyses spectrophotométriques. La phycocyanine est le seul pigment bleu naturel

qui ne soit ni cancérigène, ni toxique. On lui implique une activité antioxydant et à la propriété d'accroître la production des globules rouges et blancs. Une méthode plus précise pour mesurer la teneur en pigment est la colorimétrie. Prélever la solution centrifugée

ou bien décantée environ 0,5 à 1 ml. Diluer ce prélèvement d'un facteur de 100 DIL avec de l'eau. La densité optique (DO) de chaque échantillon est mesurée au spectrophotomètre (cuve à trajet optique 11 mm) à 615 nm, DO 615 nm, et à 652 nm.

Le pourcentage en poids de la phycocyanine est calculé par la formule:

$$\text{Teneur de phycocyanine en \%} = \frac{1,873 \times (\text{DO } 615 - 0,473 \times \text{DO } 652)}{C} \times \text{DIL}$$

C'est la concentration en spiruline dans la solution. Il faut noter qu'une valeur correcte de la phycocyanine est supérieure à 10 % dans la spiruline sèche.

Méthode et procédure de traitement :

L'échantillon de la spiruline acheté au niveau de la SODELAC a permis de réaliser les études cliniques chez les enfants atteints par la teigne.

La méthode de traitement consistait à mélanger la poudre de spiruline avec de l'eau potable ou de robinet puis appliquer deux fois par jour (matin/soir) sur les parties atteintes par la teigne ou porter comme masque après le bain sur la tête. La procédure d'application de la spiruline sur la tête consistait à utiliser la spiruline, de l'eau potable, une tasse, des gants.



Figure 3 : échantillons de spiruline prête à être mélangés.



Figure 4 : Spirulines mélangées à l'eau selon les procédures hygiéniques avec du matériel adapté.



Figure 5 : Application de spiruline sur la tête.

Collecte de données : Les données thérapeutiques et physiologiques ont été collectées dès la première semaine du traitement ; à la deuxième semaine du traitement et enfin à la troisième semaine du traitement. La collecte de données a été réalisée grâce à une fiche préétablie dite fiche d'enquête. Cela s'est déroulé par interview directe soit en français, en arabe local ou en Ngambaye selon le choix des parents et des patients. La durée moyenne de l'interview variait de 10-15 minutes et est individuel selon le choix de l'enquêté en restant assis sur une natte ou une chaise. Des échanges ont été faits avec les parents sur les objectifs de l'étude et l'importance des renseignements qu'ils allaient fournir afin d'obtenir leurs consentements à participer à l'étude.

- Recrutement de sujets malades atteints d'infection fongique ;
 - Administration de la poudre de spiruline pendant quatre semaines ;
 - Evaluation de l'efficacité de la poudre de spiruline en observant la réduction de la charge fongique chez des sujets malades.
- Analyses statistiques :** L'analyse statistique a été réalisée à l'aide d'une régression linéaire multiple dans R pour évaluer l'influence du

sexe, de l'âge et de la classe scolaire sur les effectifs atteints de teigne. Le modèle explique 51.2% de la variance totale ($R^2 = 0.512$), mais après ajustement pour le nombre de variables, ce pourcentage est réduit à 24.92% (R^2 ajusté = 0.2492), avec une erreur standard résiduelle de 1.328 sur 13 degrés de liberté. Le test F global du modèle ($F = 1.949$, $dl = 7,13$) présente une p-valeur de 0.1418, suggérant que le modèle dans son ensemble n'est pas statistiquement significatif au seuil de 0.05. La validité du modèle a été vérifiée par le test de normalité de Shapiro-Wilk sur les résidus ($W = 0.92146$, $p\text{-value} = 0.0928$) et l'analyse de la multi colinéarité par le facteur d'inflation de la variance (VIF) montre une absence de forte corrélation entre le sexe ($VIF = 1.29$) et les autres variables, tandis que l'âge ($VIF = 5.23$) et la classe ($VIF = 6.56$) présentent une multi colinéarité modérée validant ainsi les hypothèses fondamentales de la régression linéaire. Les données ont été traitées au logiciel XLSTAT en ce qui concerne les calculs des moyennes et des pourcentages ; Microsoft Word 2010 a permis d'effectuer les saisies des textes et fiches d'enquêtes ; Excel 2010 pour les tableaux et les graphiques.

RÉSULTATS

Détermination de la teneur en saponine: Les teneurs en saponine diffèrent d'un site à l'autre, le site de Karga ayant la teneur la plus faible, tandis que les sites de Kwa (168,72 mg/100gMS) et de CST1 (166,80 mg/100gMS) ont eu les teneurs en saponine les

plus élevées significativement ($p < 0,001$) par rapport à celle des autres sites. La teneur en saponine de la mousse est comprise entre 49,56 mg/100g MS et 168,72 mg /100gMS (Figure 6).

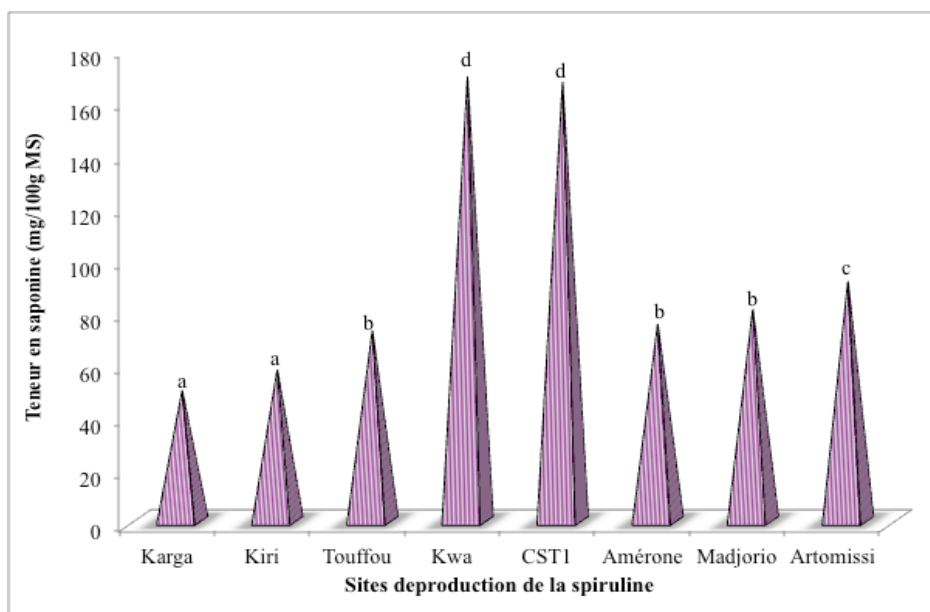


FIGURE 6: Différentes teneurs en saponine de la spiruline en fonction des sites de production

Les barres affectées de la même lettre ne sont pas significativement différents entre les sites au seuil de probabilité indiqué.

Teneurs en composés phénoliques: Des composés phénoliques totaux ont été déterminés dans les échantillons de spiruline provenant de plusieurs sites et les résultats indiquent que le site de CST1 possède la teneur

la plus élevée en polyphénols totaux (8,5 mgGAE/100 gMS), alors que le site de Madjorio en possède la plus basse avec 5,75 mgGAE/100gMS. Les autres échantillons possèdent des teneurs intermédiaires entre 6,01 et 7,25 mgGAE/100 gMS. La figure ci-dessous illustre les variations de teneurs en composés phénoliques.

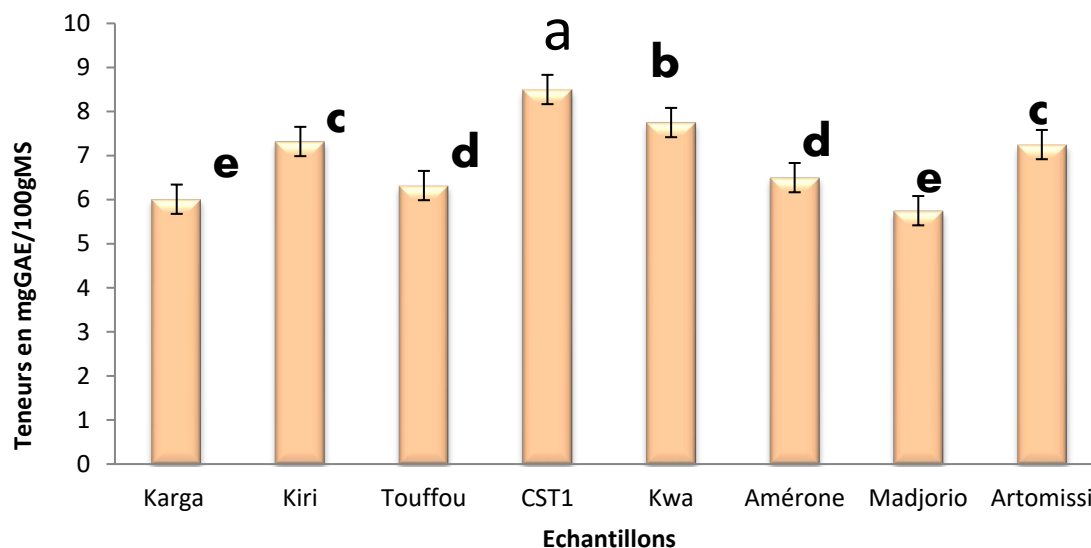


Figure7: Différence de teneurs en composés phénoliques dans les différents échantillons de spiruline

Les barres affectées de la même lettre ne sont pas significativement différents entre les sites au seuil de probabilité indiqué.

Teneurs en phycocyanine: La phycocyanine est le pigment spécifique caractéristique de la spiruline. Sa fonction immunitaire a été démontrée par beaucoup d'auteurs qui ont montré la présence de cette molécule dans la spiruline à des teneurs variables (Falquet et Hurni, 2006 ; Ngakou *et al.*, 2012). De ce qui précède, les échantillons contiennent entre 4,906 -33,96mg/100gMS. Il ressort de cette étude que les échantillons ayant une faible

teneur en pigments végétaux ont également une faible teneur en phycocyanine, cas avéré sur les échantillons de karga, Touffou et Amérone. Il existe une différence significative au seuil de 1% sur nos différents échantillons.

Teneurs en caroténoïdes: La teneur en caroténoïdes de l'échantillon de spiruline du site de Madjorio (1,89 mg/100g MS) est significativement moins élevée que celle des autres échantillons, le site de CST1 ayant le teneur la plus élevée en caroténoïdes de tous les échantillons, avec 6,14 mg/100g de spiruline en poids sec (Figure 8) .

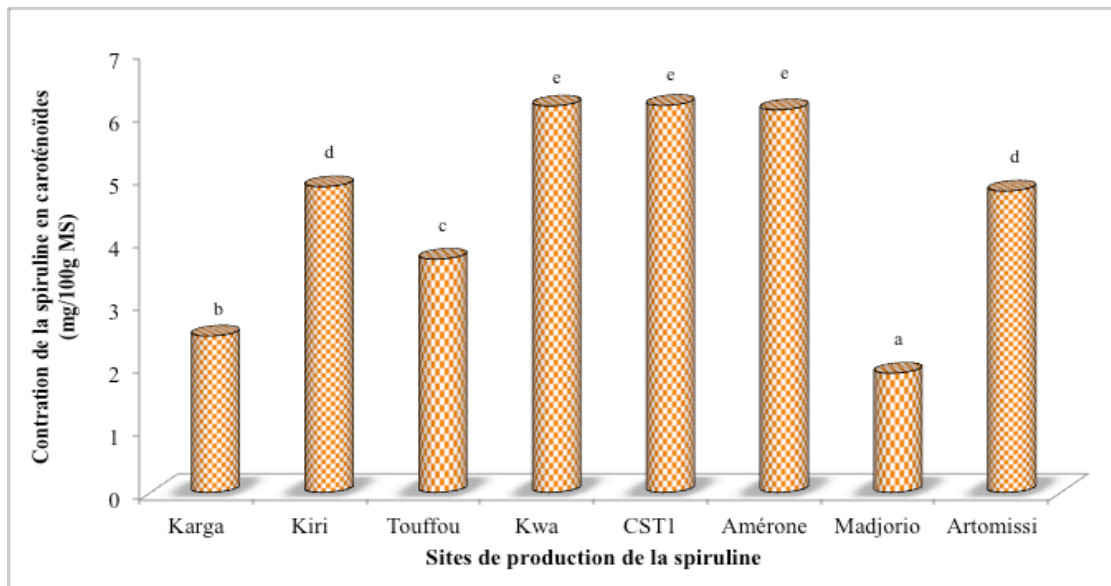


Figure 8 : Différence de concentrations entre les sites de production en caroténoïde de la spiruline

Les barres affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes entre les sites au seuil de probabilité indiqué.

Caractéristiques sociodémographiques : Il y a eu 411 élèves enregistrés et 40 sont inclus pour suspicion de teigne soit une fréquence de 9,73 %.

Répartition de teigne selon le sexe: La prédominance est masculine dont 33 patients sont de sexe masculin et 7 de sexe féminin représentant respectivement 82,5 % et 17,5 % des cas, avec un sex-ratio M/F de 4,71 (Tableau 1).

Tableau 1 : Répartition de teigne selon le sexe.

Sexe	Effectif	Pourcentage
Masculin	33	82,5%
Féminin	7	17,5%
Total	40	100%
Sexe ratio M/F	4.71	

Répartition de teigne selon l'âge: La survenue des teignes du cuir chevelu est liée à l'âge. La tranche d'âge la plus touchée est

celle des [4-6] ans avec une prévalence de 27.5 % ; la moins touchée est celle des [2-4] ans (12,50%) (Tableau 2).

Tableau 2 : Distribution de teigne selon l'âges

Age (ans)	[2-4]	[4-6]	[6-8]	[8-10]	[10-12]	Total
Effectif	5	11	9	8	7	40
Pourcentage (%)	12,5	27,5	22,5	20	17,5	100

Prévalence globale de la guérison de teigne : L'enquête a révélé que des 40 élèves présentant des plaques d'alopécie sur la tête soit 9,73% de la population totale des élèves.

Sur les 40 élèves qui présentaient des plaques d'alopécie, 35 parmi eux ont vu la disparition des plaques sur leur tête, ce qui nous a donné une prévalence globale de 87,5%.

Prévalence de la guérison de teigne par sexe : La prévalence obtenue chez les sujets de sexe masculin est supérieure à celle obtenue chez les sujets de sexe féminin.

Tableau 3 : Prévalence de la guérison de teigne par sexe

Sexe	Effectifs	Guéris	Prévalence(%)
Féminin	7	7	100
Masculin	33	28	84,84
Total	40	35	87,5

Prévalence de teigne par niveau scolaire : La classe de CM2 n'était pas représentée. La majorité des élèves étaient ceux de la classe de CP1 avec un effectif de 12 (30%), suivis de CP2 avec un effectif 10 (25%) puis CE2, jardin d'enfants ou maternelle avec un effectif de 5 (12,5 %) et enfin CE1 et CM1 avec un effectif de 4 soit 10 %. Le risque d'être atteint par les teignes du cuir chevelu varie significativement d'un niveau à l'autre.

Prévalence de la guérison de teigne par sexe et par tranche d'âges : Chez les filles, la

prévalence la plus élevée est notée dans la tranche d'âges de 6 à 8 ans (100%) et chez les garçons, elle est notée dans la tranche d'âges de 4 à 6 ans (90%). Les filles dont l'âge est compris entre 2 et 4 ans n'étaient pas infestées par la teigne du cuir chevelu. Les garçons de 4 à 6 ans étaient les plus infestés par rapport à ceux de 2 à 4 ans qui étaient les moins infestés. Considérant séparément les tranches d'âges, il ressort après comparaison que le nombre de garçons est plus important que celui des filles au niveau de chacune des tranches d'âge.

Tableau I : Prévalence de la guérison de teigne par sexe et tranche d'âges.

Sexe	Age (ans)	Effectifs	Guéris	Prévalence(%)
Filles	[2-4[	0	0	0
	[4-6[	1	1	100
	[6-8[	3	3	100
	[8-10[	2	2	100
	[10-12[	1	1	100
	Total filles	7	7	100
Garçons	[2-4[	5	4	80
	[4-6[	10	9	90
	[6-8[	6	6	100
	[8-10[	6	4	66,66
	[10-12[	6	5	83,33
	Total garçons	33	28	84,84
Total général	[2-12[	40	35	87,5

De l'aperçu général de ces résultats après différentes analyses, il ressort que de la poudre de spiruline mouillée à l'eau agit significativement sur la teigne, phénomène observable après une semaine d'application en

continue (Figure 9). Entre la deuxième et troisième semaine, les squames de la teigne ont disparu chez certains élèves laissant des traces bien lisses.



Figure 9 a : Images des enfants présentant des teignes sur leur tête.



Figure 9 b: Images des enfants guéris après traitement

A la troisième semaine de traitement, on observe la disparition des plaques sur la tête de presque la majorité d'enfants (35) ; Chez d'autres enfants, les repousses des cheveux apparaissent peu à peu habituellement sans

séquelle sauf si une éventuelle surinfection bactérienne s'ajoute. Cinq enfants de sexe masculin sur la quarantaine ont continué par avoir des plaques sur leur tête.

DISCUSSION

Les résultats obtenus, sont en corrélation avec celui de Ridine (2019) qui a détecté la présence de saponine dans la spiruline ainsi que celui de Lahcini *et al.* (2022) en Algérie. Kanem *et al.* (2022) ont aussi retrouvé les saponosides en

quantité importante dans l'extrait de la spiruline. Des études sur la spiruline indiquent qu'elle détoxifie et purifie son milieu de culture, mais ne donne cependant aucune indication sur l'analyse quantitative de cette

substance ayant des propriétés antiseptiques. Ainsi, les analyses microbiologiques ont montré que la spiruline naturelle ne possède aucun microbe (ITRAD., 2009 ; INRAN., 2008)., ceux-ci seraient détruits par les saponines qu'elle contient (Ngakou *et al.*, 2012). Des travaux antérieurs ont rapporté 7,5 mgGAE/100g MS (Benahmed *et al.*, 2010). Selon Boizot et Charpentier (2016), la teneur en polyphénols est variable chez les plantes en fonction des tissus (cambium, duramen) et en fonction des saisons. Mostafa *et al.* (2016) ont montré que la teneur en composés phénoliques totaux dans *S. platensis* est croissante lorsque le pH du milieu de culture diminue, passant progressivement de 121 à 1190 mgGAE/100g MS respectivement à pH 9,5 et pH 10. Des teneurs encore plus élevées en composés phénoliques totaux (14,52 à 18,43 mg GAE/100g MS) ont été signalées par Darwish (2015) sur *Nicotiana tabaccum*. Wu *et al.* (2005) avaient relevé que la spiruline avait une teneur plus élevée en composés phénoliques totaux que les chlorelles soit 6,86 et 1,44 mgGAE/gMS respectivement dans les poudres de spiruline et de chlorelles alors que Moor *et al.* (2016) ont obtenu une teneur en polyphénols de 2120 mg GAE/100gMS. Ngakou *et al.* (2012) notaient une proportion de phycocyanine de 10-46,435% sur les différents échantillons ayant fait l'objet de leur étude. Pierlovisi (2007), rapportait que la spiruline contenait entre 1500-2000mg de phycocyanine dans 10g de spiruline. Equitude, fabricant de sérum à base de phycocyanine en 2009, indiquait que la spiruline contenait 22% de phycocyanine équivalent à 22mg dans 100gMS. Henrickson (1997), note une teneur en phycocyanine de 1500mg/10Gms alors que Ratan *et al.* (2007), indiquaient que la teneur en phycocyanine est comprise entre 240-338mg/gMS soit 40% environ des pigments. La présence des composés antioxydants tels que les composés phénoliques et la phycocyanine, des acides gras polyinsaturés

dans la *Spiruline* serait impliquée dans la réduction du taux de la HDL-cholestérol dans le sérum (Colla *et al.*, 2007), ce qui renforce l'intérêt des composés phénoliques dans les différents échantillons de spiruline dont la teneur varie en fonction de la composition du milieu de culture. Les caroténoïdes, pigments naturels présents dans de nombreux fruits et légumes, possèdent des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires. Ils sont reconnus pour leur rôle potentiel dans la prévention de maladies chroniques et la réduction de l'inflammation. Les caroténoïdes, tels que le bêta-carotène et le lycopène, peuvent aider à réduire l'inflammation dans le corps, comme le montrent des études en laboratoire et sur des animaux. Les caroténoïdes aident à neutraliser les radicaux libres, réduisant ainsi le stress oxydatif et les dommages cellulaires. De ce fait, la spiruline possédant une bonne quantité de caroténoïdes est susceptible de réduire les effets de la teigne quant à la dégradation des tissus cellulaires. La spiruline a été décrite par beaucoup comme une source exceptionnelle de caroténoïdes variées (bêta-carotène principalement, mais aussi cryptoxanthine, de luthéine, de zéaxanthine) avec une teneur d'environ 4-7 mg/100g MS de spiruline (Daguerre, 2000; Mitchell *et al.*, 1990). Par contre, Todd (1998) a relevé 346 mg/100g MS dans poudre sèche de spiruline avec des proportions de 52 % en b-carotène, 21 % en zeaxanthine, 10 % en echinenone, 6 % en beta-cryptoxanthin, 5 % en 3'-hydroxyechinenone et 7 % en caroténoïdes non définis. Mostafa *et al.* (2016) ont indiqué que la teneur en caroténoïdes obtenue la plus élevée était à pH 8,5 (240 mg/100gMS), ce qui est supérieure à la teneur en caroténoïdes obtenue dans les sites de Kiri, Kwa, CST1, Artomissi et Amérone. Les teneurs en caroténoïdes de 1,84 à 6,14 mg/100g MS, sont dans la même gamme que celles révélées par Ngakou *et al.* (2012), mais inférieures à celles de Daguerre (2000), Jourdan (2006) qui ont utilisé des techniques de séchages

ultramodernisées permettant une meilleure conservation de cette substance sensible à la lumière et à la chaleur. Pour Becker (1993), la β -carotène de la spiruline représente 80 % des caroténoïdes présents dans la spiruline, et est convertible en vitamine A par les mammifères, qui ont besoin d'environ 1 mg/jr, équivalent à 2 mg de spiruline. Le taux d'infection obtenu (9,73%) est inférieur à celui obtenu par Wissal (2021) qui est de 87,23%. Des études similaires en Côte d'Ivoire ont rapporté un taux supérieur par rapport au taux obtenu (Adjoro, 2008). Les résultats de cette étude ont montré que le sexe masculin est associé à la teigne du cuir chevelu avec une prévalence de 82,5% et le sexe féminin avec une prévalence de 17,5%. Ce résultat est similaire à celui de Mahdi *et al.* (2023) en Iran ; de Celina (2023) en Algérie ; de Mohammedet Hedayati (2023) en Iran, qui avaient eux aussi noté une prédominance de la teigne du cuir chevelu dans le sexe masculin. Ce résultat est en contradiction avec celui d'El Mezouari *et al.* (2016) à Marrakech et de Ndiaye *et al.* (2015) à Dakar où une nette prédominance féminine a été rapportée ainsi que celui de Diallo (2020) à Bamako qui avait une dominance féminine avec 60,13%. Cette prévalence faible chez les filles pourrait s'expliquer par le fait qu'elles bénéficient souvent de soins capillaires attentionnés alors que chez les garçons, leurs cheveux courts pourraient faciliter la pénétration rapide des spores dans le cuir chevelu (Dégboé *et al.*, 2020). De plus, il faut aussi noter que la puberté est retardée chez le garçon ; ainsi l'excès de sébum qui a une activité fongistatique se met en place plus tardivement ce qui explique que les garçons sont plus facilement atteints (Dégboé *et al.*, 2020). Contrairement à ces auteurs précités, Eleuch *et al.* (2001) en Tunisie, ont noté une atteinte d'âge scolaire sans prédominance de sexe. La tranche d'âges de [4-6]ans était significativement associée à la survenue de la teigne du cuir chevelu avec une prévalence de 27,5%. Ce résultat est similaire à celui de

Latifa *et al.* (2022) en Tunisie, et Huilin *et al.* (2021) à Hangzhou. Ce constat s'expliquerait par les facteurs suivants : l'âge, le sexe, la présence d'animaux domestiques à la maison, le nombre de bains quotidiens, le partage d'éponges, de peignes et de serviettes étaient statistiquement associés à la teigne du cuir chevelu. Il en ressort, également de cette étude, que la tranche d'âges la plus touchée est celle des élèves dont l'âge est compris entre 4 et 6 ans avec un taux de 27,5%, suivi de celle qui regroupe les malades âgés de 6 à 8 ans avec un taux de 22,5%, puis celle de 8 à 10 ans avec un taux de 20%, en suite celle de 10 à 12 ans avec un taux de 17,5%. Enfin, en cinquième position la tranche d'âges de 2 à 4 ans avec un pourcentage de 12,5%. Les résultats de ce travail montrent effectivement que la prévalence des teignes du cuir chevelu décroît au fur et à mesure que l'on s'approche de la puberté. Ceci s'explique tant par les facteurs hormonaux, hygiéniques que comportementaux. Ce constat s'expliquerait selon ces auteurs par le fait que l'hygiène est défectueuse pour cette tranche d'âges et par l'attitude des parents qui laissent leurs enfants prendre leurs bains eux-mêmes (Kallel *et al.*, 2017). Les teignes sont beaucoup plus rares à partir de la puberté, ceci serait en rapport avec le sébum qui devient plus riche en acides gras saturés à action fongistatique avec l'âge, et avec les hormones sexuelles (Kallel *et al.*, 2017). A l'opposé, une étude publiée au Sénégal rapporte que la tranche d'âge la plus concernée par les TCC était celle comprise entre 20 et 29 ans (Ndiaye *et al.*, 2015). Cela dit, ces affections ne sont pas exceptionnelles chez l'adulte. Ceci serait en rapport avec une éventuelle infection ancienne passée inaperçue, ou une contamination récente par contact direct avec des enfants parasités (Ndiaye *et al.*, 2015). Cependant, ces résultats sont en conformité avec ceux de Benmezad *et al.* (2012) en Algérie qui ont rapporté le taux le plus élevé chez les enfants scolarisés et en contradiction avec ceux de Bamba *et al.* (2003)

qui ont relevé des taux plus élevés au cours moyen et au cours élémentaire avec respectivement 39,29% au CM1 et 28,71 au CP2 et Adjoro (2008) qui a relevé des taux plus élevés de teignes dans la classe de CE2 avec un

taux de 30,83%. La teigne est liée aux contacts des enfants avec les animaux et le sol avec un pourcentage de 20 à 25% rapporte (BA *et al.*, 2021).

CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTATS

Les teignes du cuir chevelu sont des infections bénignes qui atteignent principalement les enfants. Il était question pour nous de montrer les effets antimycosiques de la poudre de spiruline chez les sujets souffrant de la teigne du cuir chevelu. Il ressort à la fin de ce travail que : la poudre de spiruline est efficace dans le traitement des infections fongiques chez des sujets malades. Cette propriété pourrait contribuer à l'élargissement des options de traitement pour les infections fongiques en utilisant une approche naturelle et potentiellement moins toxique. Les résultats ont montré la présence de saponines dans la spiruline à une moyenne de 1,30 mg. Parmi les

différents niveaux scolaires (de la maternelle au CM1), seule la classe de CP1 montre une tendance marginalement significative ($p=0.0754$). Ces résultats suggèrent que les interventions préventives devraient particulièrement cibler les garçons et porter une attention accrue aux élèves de CP1, sans pour autant négliger les autres niveaux scolaires où le risque, bien que moindre, reste présent. Pour pallier cela, il faut une meilleure prise de conscience des conditions d'hygiène et d'éducation sanitaire de la population. Donc la prévention par des mesures d'hygiène, de prophylaxie sont nécessaires pour combattre et éradiquer cette maladie infectieuse.

REFERENCES

- Adjoro DJ: 2008. Etudes des teignes du cuir chevelu en milieu scolaire: cas de la ville d'Agboville, 150p, TH. Pharm: Abidjan, 1258.
- Adrian B, Loredana H, Gheorghe S, Carmen S: 2023. A Use of *Spirulina platensis* and *Curcuma longa* as Nutraceuticals in Poultry 13, 1553. <https://doi.org/10.3390/agriculture13081553>
- Ba O, Kébé M, Sid A G, Sy O, Sidiya MA, Aba E, Bollahi MA, Ben A A: 2021. Epidémiologie des teignes du cuir chevelu et des mycoses superficielles en milieu scolaire de la Mauritanie. *Tunis Med* Dec1 ;99(12):1126-1133.PMCID:PMC8974423 PMID35288918
- Bamba A, Koumare F, Yavo W, Kassi R, Menan E et Ouhon J: 2003 .Teignes du cuir chevelu en milieu scolaire à Bouaké, Côte d'Ivoire. *J Mycol Med*;186 ; 8p Doi : JMM-12-2003-13-4-1156-5233-101019-ART5
- Becker EW: 1993. Development of *Spirulina*. Research in developing country India *Bulletin. Institution*, 12: 49-57.
- Benahmed A, Mrani M, Azouaou M, Damir A, Benamara S: 2010.Possibilité de fabrication d'un jus naturel à base d'un sirop de dattes communes et d'un extrait de spiruline et jus de citron naturel. 14p.
- Benmehdi HAR, Djaziri RL, Farid B, Nabila TB: 2011. Effect of saponosides crude extract isolated from *Citrullis colocynthis*(L) seeds on blod glucose level in normal and streptozotocin induced diabetic rats *Journal of Medical Plants Research*, ISSue; 31, Volume 5,pp.6864-6868, DOI: 10.5897/JMPR11.1369, 23DEC2011, ISSN: 1996-0875,;

- Benmezdad A, Moulahem T, Benyazzar M, Djaballah M, Beldjoudi W, Fendri AH:2012. Les teignes du cuir chevelu au CHU de Constantine (Algérie), *Journal de Mycologie Médicale*. 4. Vol. 22. Elsevier BV. pp. 354–356
- Boizot N, Charpentier JP :2006. Méthode rapide d'évaluation du coontenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Le Cahier Techniques de l'INRA N° Spécial 2006/INRA, pp : 79-82.
- Celina K , Nouara I: 2023 ; La teigne du cuir chevelu diagnostiquée au CHU de Tizi-Ouzou. Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri. P.61
- Chabasse D, Contet-Audonneau N: 2013. Les teignes du cuir chevelu. *Revue Francophones Des Laboratoires*. 2013 ;43 (454) :49-57 Doi : RFL-07-08-2013-43-454-1773-035X-101019-201208824
- Colla LM, Reinehr C, Reichert C, Costa JAV: 2007a. Production of biomass and nutraceutical compounds by *Spirulina platensis* under different temperatures and nitrogen régimes. *Bioressource Technologie*, 98 :1489-1493. doi: 10.1016/j.biortech.2005.09.030
- Contet AN: 2002 Les teignes du cuir chevelu. *Journal de Pédiatrie et de Puériculture*. 15(8):440-7 DOI:10.1016/S0987-7983(02)90162-3
- Darwish M, Lopez-Lauri F, Vidal V, El Maätaoui Sallanon M: 2015. Alternation of light/dark period priming enhances and ROS detoxification in tobacco(*Nicotiana tabbacum*)plantlets.j. *Photochem. Photobiol.B* 148; 9-20
- Dégboé B, Christiane K, Akimath H, Alida K, Masudi D, Fabrice A, Hugues A, Félix A: 2020. Pathologies du cuir chevelu chez le Noir africain en dermatologie à Cotonou (Bénin): aspects épidémiologiques et cliniques en fonction du sexe *Panafrican-med-journal*.37(303): 20997Doi:10.11604/pamj.2020.37.303.20997
- Diallo AG: 2020. Les dermatophytoses de la peau glabre et des ongles dans le service de dermatologie de l'hôpital dermatologique de Bamako (EX CNAM). Thèse de doctorat à la Faculté de Médecine et d'Odonto-Stomatologie.37 ;58p.
- El Mezouari E, Boui B, Moutaj A: 2016 « Teignes du cuir chevelu à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech (Maroc) : bilan de 8 ans (2006-2013) ». *Journal de Mycologie Médicale*. 26(1) DOI:10.1016/j.mycmed.2015.11.005
- Eleuch D , Mokni M , Sellami A , Cherif F: 2001. Les teignes du cuir chevelu observé à Tunis de 1985-1998. *J. Mycol. Méd.* 11(2):87-91p. Doi : JMM-06-2001-11-2-1156-5233-101019-ART5
- ElFar OA, Billa N, Lim HR, Chew KW, Cheah WY, Munawaroh HSH : 2022 . *Advances in*
- Feuilhade M, Lacroix C : 2001. Epidémiologie des teignes du cuir chevelu. *Presse Med*, 30, 499-504.
- Florence D-L : 2022. La Teigne, *Dermatologie*,3p.
- Henrickson R :1997. Earth food: How remarkable blue-green alga can transform your health and our planet? Edited by *Ronoresentreprise: Kenfood, California*, 317p.
- Iken M, Lemkhente Z, Lmimouni BE: 2019. Conduite pratique devant une teigne du cuir chevelu dans *Journal de Biologie Médicale* / Volume 8-Numéro 31 .
- INRAN, 2008. Rapport Technico scientifique relatif aux analyses effectuées sur des échantillons de dihé (algues africaines). Projet GCP/CHD/029/EC : valorisation de la filière dihé au Tchad. 15p

- ITRAD :2009. Rapport intermédiaire N° 1. Analyses physico-chimiques et microbiologiques de Dihé. Laboratoire d'Analyse des Sols, Eaux et Plantes.15p.
- Jourdan, J.P., 2006. Growing your spirulina. In: Jourdan, J.P. (Ed). Antenna Technology, 146p.
- Kallel A, A Hdider, N Fakhfakh, S Belhad : 2017. Teignes du cuir chevelu : principale mycose de l'enfant.Étude épidémiologique sur 10 ans à Tunis. Journal de Mycologie Médicale. Volume 27, Issue 3, Pages 345 350.
- Lahcini Z, Achab S, Dahnoun : 2022. Contribution à l'activité biologique de l'extrait éthanoïque et méthanoïque de micro-algue (spiruline).Thèse de Doctorat en Biochimie Appliquée. Université Echahid Hamma Lakhdar EL-OUED. Algérie, 9 ; 33p.
- Latifa M ,Faten R ,Achraf A , Nawel B ,Kahena J ,Hajer F , Abderraouf D ,Boutheina J :2022. [Tinea capitis: epidemiological study in Tunis from 2012 to 2020 doi: 10.11604/pamj.2022.41.168.29473.
- Lermiterie Am, Dunand J, AssaleG .,1981. Contribution à la connaissance des teignes du cuir chevelu en milieu scolaire ivoirien. *Med Afr Noire* ; 28 : 540
- Mahdi A, Seyed AJ, Jacques G et Hamid B: 2023 : Enquête nationale iranienne sur la teigne du cuir chevelu : profil de sensibilité aux antifongiques, caractéristiques épidémiologiques et rapport sur deux souches présentant une nouvelle mutation du gène SQLE avec modélisation d'homologie.2p
- Mitchell GV, Grundel E, Jenkins M: 1990. Effects of graded dietary levels of *Spirulina maxima* on vitamins A and E in male rats. *Journal of Nutrition*, 120 (10): 1235-1240.
- Mohammad. T, Hedayati : 2023 . Prédominance de Trichophyton tonsurans responsable de teigne du cuir chevelu : étude rétrospective de 12 ans dans le nord de l'Iran 2p.
- Moor AVJ, Pieme CA , Nya Biapa PC, Ngo-Matip ME, Moukette MB, Nzufu TF, Nanfack P, Ngogang J: 2016. Chemical composition of *Spirulina platensis* of Nomayos-Yaoundé (Cameroun). *Annals. Food Science and Technology*, 17 (2) : 524-528
- Mostafa MSI, Yassin MEA, Michele PN: 2016.Role of pH on antioxidants production by *Spirulina (Arthrospira) platensis*.*Brazilian Journal of Microbiology*, 47: 298-304.
- NdiayeD K, Diongue MC, Seck AS, Badiane MA, Diallo AB, Deme YD, Ndiaye B, Dieye , S. Diallo , N.W. Ndoye:201 5 . Profil épidémiologique des teignes du cuir chevelu à Dakar (Sénégal). Bilan d'une étude rétrospective de six ans (2008–2013)Epidemiological profile of *Tinea capitis* in Dakar (Senegal). *Journal de Mycologie Médicale* Volume 25, Issue 2, Pages 169-176
- Ngakou A, Wague R, Mbaïguinam M, Namba F: 2012. Changes in the physico-chemical properties of *Spirulina platensis* from three production sites in Chad. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 3(12): 1811-1822
- Pierlovisi C: 2007. L'Homme et la Spiruline : Un avenir commun? Composition chimique, intérêts alimentaires et activités biologiques. Paris V-René Descartes, Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques, 162p.
- Pietro N, Constanze K, Jörg S, Gabriele G-H, Rudolf S-B, Hans-J: 2014. Tietz Mycology - an update part 2: dermatomycoses: clinical picture and diagnostics 12(9):749-77. doi: 10.1111/ddg.12420

- Ratana C, Chirasuwan N, Siangdung W, Paithoonrangsarid K, Bunnag B : 2010. Cultivation of *Spirulina platensis* Using Pig Wastewater in a Semi-Continuous Process, *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 20(3), 609–614.
- Ridine W :2019. Caractérisation physico-chimique et nutritionnelle de *Spirulina platensis* (Geitler) des sites de production naturelle et artificielle du Tchad. Thèse de Doctorat. Université N’Gaoundéré (Cameroun), pp58 - 59.
- Soizic Louvel: 2019. La spiruline : intérêts humanitaires et thérapeutiques. Sciences pharmaceutiques. Thèse.
- Todd Lorenz R: 1998. A Review of *Spirulina* a carotenoid and vitamin source for cultured shrimp., Thèse de doctorat 14p.
- Wu LC, Ho JA, Shieh MC, Lu IW : 2005. Antioxidant and antiproliferative activities of *Spirulina* and *Chlorella* water extracts. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*. 53(10) : 4207-4212.