

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure
et de la Recherche Scientifique
Université Saad Dahleb Blida 1



Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie
Département sciences Alimentaire

Mémoire de Fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master II en

Spécialité : Agro-alimentaire et Contrôle de Qualité

Filière : Sciences Alimentaires

Domaine : Sciences et de la Nature et de la Vie

Thème

Effet de l'incorporation de la Spiruline sur les caractéristiques physicochimique et organoleptique de boisson gazeuse "ORANGINA"

Présenté par :

M^{elle} BOUABDALLAH Roumaissa & M^{elle} BEN KHETTAR Assia

Devant le jury :

Pr DOUMANDJI .A	Professeur	USD-B1	Présidente
Dr BOUZAR .A.C	MAB	USD-B1	Examineur
M^{me} ATTAL .F.S	MAA	ISTA-USD-B1	Promotrice
Dr BERROUANE .N.H	MSC	ENSA	Co-Promotrice

Année universitaire 2021/2022

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions le bon Dieu qui nous a donné la force et la patience pour terminer nos études.

Nous adressons notre reconnaissance particulière à notre promotrice **M^{me} ATTAL F.S** pour l'aide, l'encouragement et la sympathie qu'elle nous a donnés. Grâce à ses conseils, nous avons terminé et complété ce travail.

Nous tenons également à remercier, notre co-promotrice **Dr BREWANE N.H** et les membres du jury **Pr DOUMANDJI A** et **Dr BOUZAR A.C** d'avoir eu l'amabilité d'avoir accepté de lire notre manuscrit et d'apporter les critiques nécessaires à la mise en forme finale de cet ouvrage.

Nous voudrions aussi adresser nos sincères remerciements à tous les professeurs et les enseignants de notre faculté Agro-alimentaire et contrôle de qualité, Université Saad Dahleb BLIDA1, pour leurs enseignements et les cours intéressants qu'ils nous ont donné pendant nos études.

On remercie tous ceux qui nous ont aidés pendant notre stage au niveau de l'unité SPA Djaguen, ainsi le laboratoire de l'ISTA et aussi laboratoire de contrôle de qualité et de conformité ALTESSE, surtout M^{elle} **MAHREZ .S**, Pour leur encadrement, encouragements et l'environnement de travail.

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont participé de près ou de loin, à la réalisation de ce travail et que l'on ne peut citer.



Dédicace

Je dédie ce mémoire :

Aux personnes les plus chères au monde, à mes très chers parents.

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour et ma profonde gratitude pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance.

Que ce travail soit le fruit de vos prières et sacrifices, qui m'ont été d'un grand Secours pour atteindre cette étape de ma vie, et que Dieu tout puissant vous procure santé, bonheur et longue vie.

A mon cher frère AbdRahim, merci pour ton aide, présence, humeur, conseils et encouragement dans tout ce que j'entreprends.

A mes sœurs Asma, Maram, Nouha, Je vous souhaite tout le bonheur et la réussite dans votre vie et que Dieu vous protège et vous garde.

A toute ma famille et mes amis merci pour les bons moments qu'on a passés ensemble, de votre soutien et de votre serviabilité.

ASSIA



Dédicace

Je dédie ce travail à la lumière de ma vie : Mes parents

Ma mère qui a œuvré pour ma réussite par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ces précieux conseils pour toute son assistance et sa présence dans ma vie.

Mon père qui m'a encouragée pendant mes longues années d'études et qui m'a aidé à avancer dans la vie.

Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de vous.

A mes sœurs Roufaida et Lamis.

A mes frères Islem et Hadje.

A ma grande famille je cite particulier mes cousines : Asma , Noura, Narimen . Faiza et meriem.

A mes chères copines Saliha Aya et Naziha .

A mon fiancé Youcef et sa famille .

Mes chères amis (es), à qui je souhaite le succès et le bonheur pour l'amitié qui nous a toujours unis et les bons moment que nous avons passés ensemble en particulier mes chères amie Soumia et Assia .

ROUMAISSA

Résumé

Ce travail a été conçu pour l'étude de l'impact de l'incorporation de la spiruline par des différentes doses (0.25 ,0.5 et 0.75) g/L, sur la qualité physicochimique, microbiologique, organoleptique, et Nutritionnel d'une boisson. Fabriquée et analysée au niveau de laboratoire de l'unité de production DJEGAGEN de la wilaya de BLIDA.

Les résultats obtenus ont montré une conformité des paramètres physico-chimiques Acidité, (2-4), Brix (12) et pH (3-4) de la boisson enrichie respectivement par rapport à la boisson témoin et aux normes de l'unité .

Les résultats des analyses sensorielles effectuées, prouvent l'appréciation de l'ensemble des dégustateurs pour la dose (0.5) g/L dans tous les critères étudiés à savoir le goût, la consistance, la couleur et l'acidité.

A ce propos, On suggéré l'utilisation de la spiruline dans la boisson en raison de sa valeur nutritionnelle, ses effets bénéfiques pour la santé de consommateurs.

Mots clés : Spiruline, Boisson, qualité organoleptique, qualité Nutritionnel.

Abstract

This work was conceived for the study of the impact of the incorporation of spirulina by different doses (0.25, 0.5 and 0.75) g/l, on the physicochemical, microbiological, organoleptic and nutritional quality of a drink. Manufactured and analyzed at the laboratory level of the production unit DJEGAGEN of the contry of BLIDA.

The results obtained showed a conformity of the physico-chemical parameters Acidity, (2-4), Brix (12) and ph (3-4) of the enriched drink respectively compared to the control drink and the standards of the unit.

The results of the sensory analyses carried out, prove the appreciation of all the tasters for the dose (0.5) g/l in all the criteria studied, namely taste, consistency, color and acidity.

In this regard, it is suggested the use of spirulina in the drink because of its nutritional value, its beneficial effects on the health of the consumer .

Keywords: Spirulina, Drink, organoleptic quality, Nutritional quality.

المخلص

تم تصميم هذا العمل لدراسة تأثير دمج السبيرولينا بتركيز مختلف (0.25 ، 0.5 و 0.75) غ / ل ، على الجودة الفيزيائية ,الكيميائية والميكروبيولوجية ,الحسية والغذائية للشراب. تم تصنيعها وتحليلها على مستوى المختبر لوحدة الإنتاج DJEGAGEN بولاية البليدة.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها مطابقة المتغيرات الفيزيائية والكيميائية الحموضة (2-4) و Brix (12) و pH (3-4) للمشروب المخصب على التوالي مقارنة بالمشروب الضابط ومعايير الوحدة.

وفقا لنتائج الدمج تم اختيار الجرعة (0.5) غ / لتر.

وقد أثبتت نتائج التحاليل الحسية التي تم إجراؤها تقدير جميع المتذوقين للجرعة (0.5) غ / لتر في جميع المعايير المدروسة وهي الطعم والاتساق واللون والحموضة.

في هذا الصدد يقترح استخدام السبيرولينا في المشروب لقيمتها الغذائية وتأثيراته المفيدة على صحة المستهلك وخاصة غناه بالبروتين.

الكلمات المفتاحية: سبيرولينا ، شراب ، جودة حسية ، جودة غذائية .



LISTE DES FIGURES

Figure I. 1 : Classification des boissons.....	5
Figure II.1 : Les différents aspects de la spiruline.....	14
Figure II.2 : Cycle biologique de reproduction de la spiruline.....	16
Figure II.3 : Composition chimique de la spiruline.....	18
Figure II.4 : Diagramme de positionnement de la spiruline par rapport à d'autres aliments.....	19
Figure II.5 : Spectres d'absorption de pigments photosynthétiques des cyanobactéries.....	26
Figure II.6 : Réponse photosynthétique des microalgues suivant l'intensité lumineuse.....	27
Figure III.1 : logo « ORANGINA ».....	31
Figure III.2 : Description de la boisson gazeuse « ORANGINA ».....	31
Figure III.3 : La spiruline en poudre.....	36
Figure III.4 : Recherche et Dénombrement Des Germes Totaux dans l'eau.....	46
Figure III.5 : Dénombrement Des Germes Totaux dans l'eau.....	47
Figure III.6 : Recherche des coliformes dans l'eau de process.....	49
Figure III.7 : Recherche des coliformes fécaux.....	50
Figure III.8 : Recherche et dénombrement de Clostridium sulfito réducteur dans l'eau et les denrées alimentaires.....	52
Figure III.9 : Recherche des streptocoques fécaux.....	54
Figure IV.1 : Résultat des analyses Organoleptique	64
Figure IV.2 : Comparaison entre la valeur nutritionnelle de boisson ORANGINA et de boisson enrichie en spiruline	65

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I. 1 : Origine des boissons.....	4
Tableau I. 2 : agents conservateurs dans une boisson gazeuse.....	9
Tableau 1.3 : Boisson enrichie en spiruline.....	13
Tableau II.1 : classification de l'Arthrospira platensis.....	17
Tableau II.2: Composition en minéraux de la spiruline cultivée en µg/g de sa matière sèche.....	20
Tableau III.1 : Description de la boisson gazeuse « ORANGINA ».....	32
Tableau III.2 : Les différentes doses de spiruline.....	37
Tableau IV.1: Résultats des analyses physicochimiques effectuées sur l'eau.....	56
Tableau IV.2 : Analyses physico-chimiques du concentré de jus d'orange	57
Tableau IV.3 : Résultats des analyses physicochimiques du produit semi fini.....	58
Tableau IV.4 : Résultats des analyses physicochimiques du produit fini.....	59
Tableau IV.5 : Résultats des analyses physicochimiques du produit fini enrichi en spiruline	60
Tableau IV.6 : Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process.....	61
Tableau IV.7 : Résultats des analyses microbiologiques de boisson fini.....	61
Tableau IV.8 : Résultats des analyses microbiologiques de produit fini enrichi en spiruline.....	62
Tableau IV.9 : Résultat des analyses Organoleptique.....	63
Tableau IV.10 : La valeur nutritionnelle de boisson enrichie en spiruline.....	64
Tableau IV. 11 : La valeur nutritionnelle de boisson ORANGINA.....	64
Tableau IV. 12 : La valeur marchande.....	66



LISTE DES ABREVIATIONS

Abs : absence

AFNOR : Association Française de normalisation

BG : Boisson Gazeuse

E : Echantillon

EUTECA : Européen technical caramel association

F° : Degré Français

FAO : Food and agriculture organization

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

PC : Phycocyanine

PE : Phycoérythrine

SM : Solution mère

TH : titre hydronétrique

TABLE DE MATIERE

Remerciements

Dédicace

Dédicaces

Résumé

Abstract

المخلص

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Table de matière

Introduction Générale.....01

PREMIERE PARTIE : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : LES BOISSONS

I.1. Généralité sur les boissons	03
I.1.1. Définition	03
I.1.2. Classification	03
I.2. Généralité sur les boissons gazeuses	06
I.2.1. Historique et définition	06
I.2.2. Les groupe des boissons gazeuses.....	06
I.2.2.1. Les limonades.....	06
I.2.2.2. Les boissons aux fruits carbonatées ou gazeuses.....	06
I.2.2.3. Les sodas	06
I.2.3. Matières premières.....	07
I.2.3.1. L'eau	07
I.2.3.2. Le Sucre	07
I.2.3.3. Concentré	07
I.2.3.4. Les gaz carbonique	08
I.2.4. Différents adjuvants utilisés	08
I.2.4.1. Les arômes	08

I.2.4.2. Les conservateurs	09
I.2.4.3. Colorants.....	10
I.2.4.4. Les émulsifiants.....	10
I.2.4.4.1. Succinate octénylique sodique d'amidon	10
I.2.4.4.2. Acétate - iso butyrate de saccharose.....	10
I.2.4.4.3. Ester glycérique de résine de bois.....	10
I.2.4.5. Les édulcorants.....	10
I.2.4.6. Les acidifiants.....	11
I.2.5. Les effets néfastes des boissons gazeuses et des sodas sur la santé	11
I.2.6. Généralités sur les aliments fonctionnels.....	12
I.2.6.1. Définitions.....	12
I.2.6.2. Intérêt de l'utilisation de la spiruline dans les aliments fonctionnels.....	12
I.2.6.3. Aliments fonctionnels à base de spiruline.....	12

CHAPITRE II : LA SPIRULINE

II.1. Définition et principales caractéristiques.....	14
II.2. Origines de la spiruline	15
II.3. Reproduction	15
II.4. Classification taxonomique	16
II.5. Composition.....	17
II.5.1. Protéines	18
II.5.2. Glucide	19
II.5.3. Minéraux et oligo-éléments.....	19
II.5.4. Lipide	20
II.5.5. Vitamine	21
II.6. Intérêt nutritionnel de la spiruline	22
II.6.1. Valeurs nutritionnelles	22
II.6.2. Valeur énergétique.....	22
II.6.3. Valeur sensorielle	22
II.6.4. Valeur fonctionnelle	23
II.7. Culture de la spiruline	24
II.7.1. Milieu de culture	24
II.7.2. Conditions de culture	25

II.8. Application de la spiruline.....	27
II.8.1. En alimentation humaine.....	27
II.8.2. En alimentation animale.....	28
II.8.3. Application cosmétique	28

DEUXIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

III.1. But et intérêt de l'expérimentation	30
III.2. Description de l'unité SPA Djgaguen	30
III.3. Produits fabriqués	31
III.4. Technologie de fabrication.....	32
III.4.1. Traitement de l'eau à l'unité « ORANGINA ».....	32
III.4.2. Le procédé de fabrication des BG « ORANGINA »	33
III.4.2.1. Préparation de la boisson	33
III.4.2.2. Lavage des bouteilles	34
III.4.2.3. Remplissage.....	34
III.4.2.4. Capsulage	34
III.4.2.5. La pasteurisation.....	35
III.4.2.6. datage	35
III.4.2.7. Le stockage	35
III.5. Matériel.....	35
III.5.1. Matériel Biologique	35
III.5.2. Matériel non biologique.....	36
III.6. Méthodes	36
III.6.1. Echantillonnage	36
III. 6.2. Méthodes d'analyses physico chimiques	37
III.6.2.1. Analyses physico-chimiques effectuées sur l'eau	37
III.6.2.1.1. Détermination du Titre Alcalimétrique (TA)	37
III.6.2.1. 2. Titre alcalimétrique complet ou TAC	38
III.6.2.1. 3. Détermination de titre hydrométrique TH de l'eau	39
III.6.2.1. 4. Détermination des chlorures	39

III.6.2.1. 5. Détermination des chlorures libre	40
III.6.2.1. 6. Mesure du pH	41
III.6.2.2. Analyses physico-chimiques effectuées sur le concentré.....	41
III.6.2.2.1. Détermination de L'acidité Titrable	41
III.6.2.2.2. Détermination de l'extrait soluble total	42
III.6.2. 3. Analyses physico-chimiques effectuées sur le produit semi-fini, fini et fini enrichi en	43
III.6. 3. Méthodes d'analyses microbiologiques spiruline	43
III.6. 3. 1. Préparation de la solution mère « SM »	43
III.6. 3. 2. Recherche et Dénombrement des Germes aérobie Mésophile Totaux	44
III.6. 3. 3. Recherche et Dénombrement des germes de Contamination fécale.....	47
III.6. 3. 4. Recherche des anaérobies Sulfito-Réducteur	51
III.6. 3. 5. Recherche et Dénombrement Des Streptocoques Fécaux	53
III.6. 3. 6. Recherche et dénombrement des levures et moisissures	55

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

IV.1. Analyses physico-chimiques.....	56
IV.1. 1. Résultats des analyses physico-chimiques de L'eau de procès	56
IV.1. 2. Résultats des analyses physico-chimiques du concentré de jus d'orange	57
IV.1. 3. Résultats des analyses physicochimiques du produit semi fini	57
IV.1. 4. Résultats des analyses physicochimiques du produit fini	58
IV.1. 5. Résultats des analyses physicochimiques du produit fini enrichi en spiruline	59
IV.2. Résultats des analyses microbiologiques.....	60
IV.2 .1. Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process	60
IV.2 .2. Résultats des analyses microbiologiques de boisson fini	61
IV.2 .3. Résultats des analyses microbiologiques de boisson fini enrichi en spiruline.....	62
IV.3. Résultat des analyses Organoleptique et comparaison entre boisson ORANGINA et boisson enrichie en spiruline	63
IV.4. La valeur nutritionnelle.....	64
IV.4.1. La valeur nutritionnelle de boisson enrichie en spiruline	64
IV.4.2. La valeur nutritionnelle de boisson ORANGINA.....	65
IV.4.3. Comparaison entre la valeur nutritionnelle de boisson ORANGINA et de boisson enrichie en spiruline.....	65

IV.5. La valeur marchande.....66

Conclusion générale

Référence bibliographie

Annexe

Introduction Générale

INTRODUCTION GENERALE :

La filière des boissons est permise les filières les plus importantes dans l'industrie agroalimentaire en Algérie. L'importance économique qu'elle a prise, la croissance qu'elle connaît, les progrès qu'elle a enregistrés sur le plan de la diversification et la qualité des produits en font une filière à part. (**Aguenoun et Boutaoui, 2016**)

Avec le développement de la population, la demande en denrée est plus importante et c'est pour cela que le secteur industriel de l'alimentaire est en constante expansion notamment dans le secteur des boissons. En effet, malgré que l'eau soit le seul liquide indispensable à notre organisme, d'autres boissons telles que les jus de fruits et les sodas permettent d'associer besoins en eau et plaisirs.

Les fabricants de boissons non alcoolisées s'emblent monter en flèche et innover à tout bout de champ. Qu'il s'agisse d'eaux minérales gazeuses ou non gazeuses, d'eaux contenant des arômes supplémentaires, de mélanges de jus de fruits-eau minérales gazeuses, de variantes de jus de fruits, de boissons énergétiques, de cocas, de sirops, de tisanes aux herbes ou aux fruits, ou encore de thés glacés, de boissons saisonnières pour enfants, de boissons au soja ou à base de petit lait, la variété des produits et par conséquent aussi celle des goûts sont apparemment sans limite.

La valeur alimentaire des produits dépend en premier lieu de leur composition chimique. En conformité avec ces exigences, la garantie d'une activité métabolisme normal est possible en pourvoyant l'organisme d'une quantité nécessaire en substances nutritives (protéines, graisses et glucides) dans un rapport déterminé (**Benamara et Agougou, 2003**).

La spiruline est consommée depuis des siècles par certains peuples primitifs d'Afrique et d'Amérique, et est connue par les scientifiques depuis plusieurs décennies pour sa richesse nutritionnelle, elle fait l'objet d'une redécouverte depuis quelques années (**Trabelsi et al, 2010**).

Cette micro algue bleu-verte a été proposée dans l'alimentation humaine par plusieurs scientifiques et nutritionnistes grâce à ses qualités nutritionnelles exceptionnelles, sa facilité de culture, sa haute productivité et son faible cout de production. La spiruline est considérée comme une ressource alimentaire non conventionnelle pouvant contenir jusqu'à 70% de protéines ; elle est riche en sels minéraux, en oligo-éléments et en nombreuses vitamines (**B1, B2, B12, E**), (**Sall et al.,1999**).

L'objectif du présent travail consiste à mettre au point une nouvelle formule de boisson

gazeuse fonctionnelle faite à base de spiruline. Pour cerner le contexte de cette étude, ce mémoire est structuré en deux parties.

Le premier chapitre est consacré à des données bibliographiques mettant l'accent sur deux chapitres :

Le premier chapitre aborde les boissons, notamment les boissons gazeuse, leur composition ainsi que leurs effets sur la sante.

La deuxième partie illustre le matériel et méthodes utilisées ainsi que discussions des résultats obtenus.

Enfin une conclusion générale qui résume l'ensemble des résultats obtenu.

Partie I

Partie Bibliographique

Chapitre I

Les boissons

I.1. Généralité sur les boissons :

I.1.1. Définition :

Une boisson est un liquide que l'on boit, que l'on consomme pour se désaltérer, c'est-à-dire apaiser la soif. Mais souvent aussi pour le plaisir (*Badou et Bauer, 2001*).

L'eau constitue la boisson la plus naturelle, à l'exception du lait chez les mammifères. C'est le seul breuvage qui éteint vraiment la soif. L'eau est le composant essentiel et majoritaire de la plupart des autres boissons (*Valohery S, 2009*).

I.1.2. Classification :

Il existe une multitude de classifications selon différents caractères et on a abordé la suivante :

La F.A.O : classe les boissons suivant leur teneur en alcool. Ainsi, sont distinguées (*Food And Agriculture Organization, 2000*) :

- des boissons alcoolisées à différentes teneurs en alcool,
- des boissons non alcoolisées, constituées principalement par les différents types d'eaux, les boissons rafraîchissantes et les thés et cafés.

Classification selon l'origine :
Tableau I. 1 : Origine des boissons

Origine	Type de boisson	Matière première	Procédé de fabrication
Minérale	Eau de distribution	Eau de lac naturel ou artificiel Chloration	Chloration, coagulation, floculation, décantation, filtration et stérilisation
	Eau de table	Eau de lac naturel ou artificiel	Chloration, coagulation, floculation, décantation, filtration, stérilisation et embouteillage
	Eau naturelle de source	Eau de source	Pas de traitements
	Eau naturelle minérale	Eau de source	Pas de traitements
	Eau naturelle gazeuse	Eau de source	Pas de traitements
Animale	Lait et boissons lactées	Lait et eau	Centrifugation et pasteurisation
	Hydromel	Miel et eau	Cuisson et fermentation
Végétale	Jus naturels et nectars de fruits	Fruits, concentrés de fruits, sucre et eau	Pression, centrifugation et flash-pasteurisation
	boissons aux extraits naturels (Limonades, sodas, colas, tonics)	Fruits, extraits naturels de fruits, dioxyde de carbone, sucre et eau	Traitement de l'eau, cuisson du sirop, mixage ou mélange (eau traitée, CO ₂ , sirop)
	Bière	Orge, maïs et houblon	Maltage, brassage et fermentation
	Rhum	Canne à sucre	Fermentation, distillation et vieillissement (Rhum vieux)
	Whisky	Maïs	Fermentation, distillation et vieillissement
	Vins	Raisin	Fermentation et vieillissement
	Cidre	Pomme	Fermentation

(Valohery S, 2009).

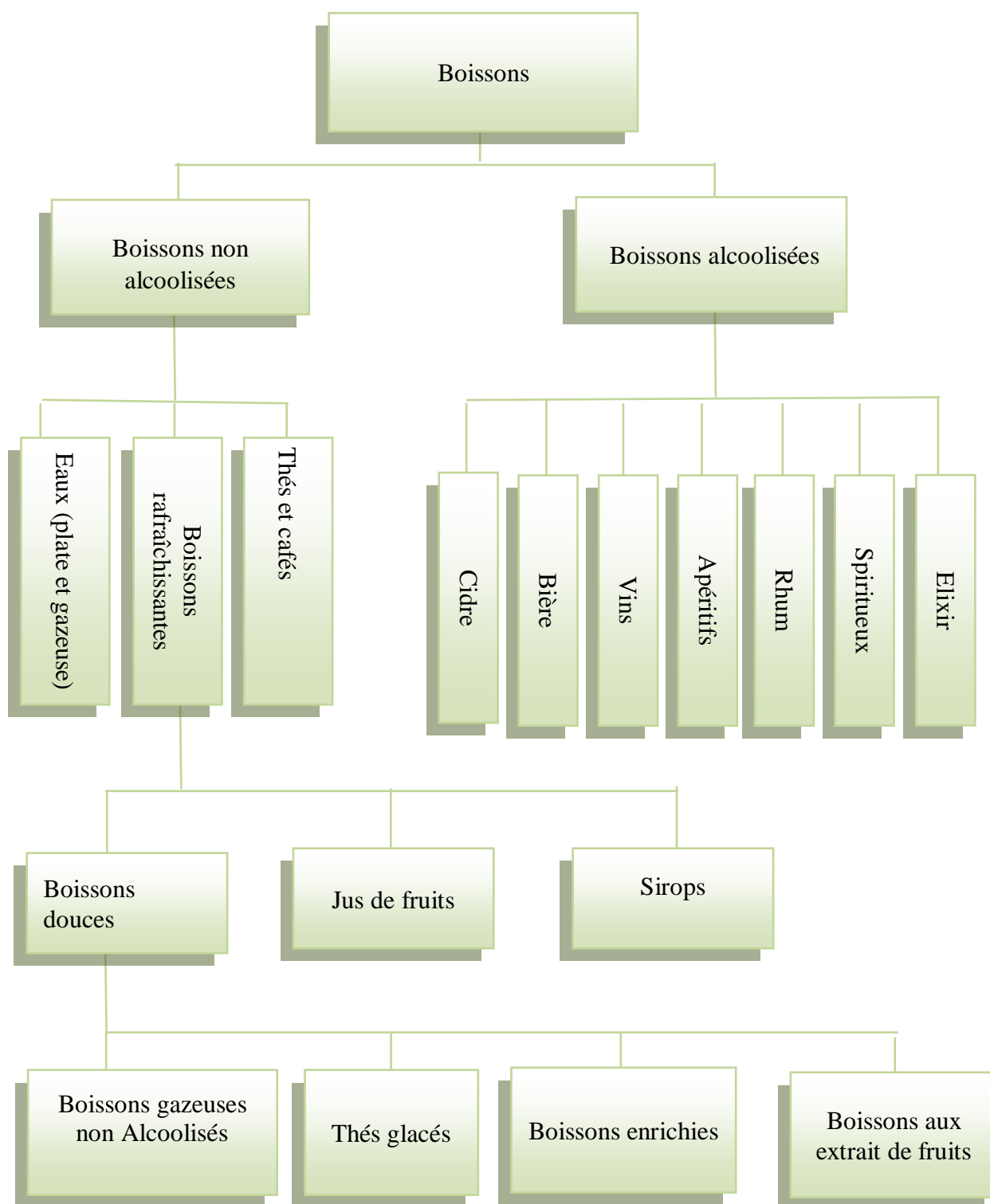


Figure I. 1 : Classification des boissons (Food And Agriculture Organization, 2000).

I.2. Généralité sur les boissons gazeuses :

I.2.1. Historique et définition :

La découverte des boissons gazeuses non alcoolisées date du XIX^{ème} siècle, à la même époque que l'invention de l'eau gazéifiée. Vu que cette dernière avait été considérée détenir des vertus curatives, la plupart des inventeurs de boissons gazeuses non alcoolisées ont été des pharmaciens. Citons par exemple John StithPemberton, le concepteur de la première recette ancêtre du Coca-Cola en 1885. Parmi les premières boissons gazeuses mises sur le marché, nous comptons le Dr Pepper et le Coca-Cola (*Valohery S, 2009*).

Les boissons gazeuses non alcoolisées sont en général des boissons qui contiennent du dioxyde de carbone (CO₂) dissous, ajouté artificiellement. Composées d'eau, de sucre ou édulcorant et de différents types d'extraits aromatiques de plantes, elles ne contiennent pas d'alcool (*RAMAROSON R, 2008*).

I.2.2. Les groupe des boissons gazeuses :

I.2.2.1. Les limonades :

L'appellation limonade est réservée aux boissons gazéifiées, sucrées, limpides et incolores, additionnées de matières aromatiques ou sapides provenant du citron et éventuellement d'autres hespéridés, acidulées au moyen des acides citriques, tartriques ou lactiques. L'emploi de sucre et de sirop de glucose comme édulcorants ainsi que d'acides ascorbiques et phosphoriques sont autorisés. La limonade à la caféine ne doit pas présenter une teneur en caféine supérieure à 150mg par litre. La limonade à la quinine ne doit pas présenter une teneur en quinine supérieure à 80mg par litre, calculée en hydro chlorure de quinine (*JORT, 2006*).

I.2.2.2. Les boissons aux fruits carbonatées ou gazeuses :

Ce sont des boissons préparées à partir d'eau potable et de jus de fruits, jus de fruits concentrés, fruits ou un mélange de ces composants dans une proportion égale ou supérieure à 10 % et inférieure à 25% de jus (*BODIN et al., 2005*).

I.2.2.3. Les sodas :

La dénomination est réservée aux boissons gazeuses constituées d'eau et de gaz carbonique additionnés de jus de fruits ou concentré de fruits ou pulpe de fruits ou extraits naturels de fruits et généralement de sucre (*FREDOT, 2005*), Le même auteur les classe en trois groupes :

- ✓ **Sodas colas** : Ils subissent l'adjonction d'extraits de plantes. Ils existent avec caféine (15 mg/100 ml) ou sans caféine. Le colorant utilisé est le caramel. Exemples : Coca-cola, Pepsi-Cola.
- ✓ **Sodas tonics** : ils sont fabriqués à partir d'eau gazéifiée, d'huiles essentielles d'agrumes ou d'extraits des végétaux. Exemples : Fanta, Sprite.
- ✓ **Sodas bitters** : bitter signifie amer en anglais, ils sont fabriqués à partir de jus d'agrumes ou d'extraits d'agrumes ou de végétaux. Exemples : Schweppes.

I.2.3. Matières premières :

Dans la fabrication des boissons gazeuses non alcoolisées, les matières premières sont généralement constituées par l'eau traitée, le sucre, les concentrés ou extraits de base et le dioxyde de carbone.

I.2.3.1. L'eau :

L'eau est le composant principal des boissons gazeuses. Pour pouvoir être utilisée comme ingrédient, l'eau doit être potable de tous les points de vue physico chimique, microbiologique, toxicologique.

Elle constitue 90-99% du produit. La qualité de celle-ci influence considérablement la saveur des boissons finies. L'eau de distribution de la municipalité subit des étapes successives de chloration, floculation-coagulation et filtrations (*Valohery S, 2009*).

I.2.3.2. Le Sucre :

Le saccharose, ou sucrose, est plus simplement le sucre commercial, ce dernier a pour rôle principal d'apporter à la boisson une saveur sucrée équilibrée, il joue le rôle d'exhausteur d'arôme, d'équilibrer entre elles les différentes qualités organoleptique (acidité, arôme, saveur) pour une meilleure appréciation par le consommateur (*Jean Louis Multon, 2001*).

I.2.3.3. Concentré :

C'est un produit obtenu à partir du jus de fruit par élimination physique d'une partie de l'eau de constitution. Cela dans le but de faciliter la manutention et surtout pour améliorer la conservation.

Cette concentration peut éliminer environ 80% de l'eau contenue dans le jus en altérant le moins possible les substances solides et sans éliminer les arômes (*BENAICH, 2001*).

I.2.3.4. Les gaz carbonique :

Le CO₂ est un gaz incolore, est un élément caractéristique des boissons gazeuses car il attribue à la boisson un goût agréable et rafraichissant et surtout pétillant, et aussi il inhibe la croissance microbienne des germes aérobies, et améliore la qualité organoleptique de la boisson, il est introduit dans la boisson à une teneur de 6 à 7 g/l (*RUDI, 2004*).

L'action du CO₂ dans une boisson gazeuse est résumée comme suit :

- ✓ La grande quantité de dioxyde de carbone donne à la boisson gazeuse sucrée son goût pétillant.
- ✓ Le dioxyde de carbone réagit chimiquement avec les molécules d'eau pour former de l'acide carbonique, c'est cet qui vous stimule la langue lorsque vous buvez une boisson gazeuse (*RUDI, 2004*).

Le gaz carbonique (CO₂) est le corps de la boisson gazeuse, il a un rôle très implorant du point de vue bactériologique et organoleptique (*Simonart, 2002*).

I.2.4. Différents adjuvants utilisés :

I.2.4.1. Les arômes :

Les arômes ont une fonction organoleptique. Ce sont des substances d'addition ajoutées volontairement aux denrées alimentaires pour restaurer une note aromatique ou bien en conférer une à une denrée qui n'en a pas particulièrement au départ.

Sont ajoutés en quantités infimes et sont responsables du goût caractéristique de la boisson et ceux malgré l'influence de sucre et de l'acide sur l'arôme finale. Les arômes proviennent en général de la nature et sont extraits à partir des différentes parties des plantes et surtout d'agrumes. Ils se présentent sous forme d'essence alcoolique naturelle ou concentré (*Catherine M, 2004*).

I.2.4.2. Les conservateurs :

On peut définir un conservateur comme une substance non consommée normalement en tant que denrée alimentaire, mais que l'on incorpore à un aliment en vue d'accroître sa sécurité et sa stabilité microbiologique.

Les conservateurs chimiques doivent assurer :

- ✓ L'innocuité de l'aliment qui résulte de l'inhibition du développement des microorganismes pathogène éventuellement présents (salmonelles, staphylocoque...) et la production des toxines.
- ✓ La stabilité organoleptique de l'aliment, qui résulte de l'inhibition de la multiplication des microorganismes d'altération (*MULTON, 1992*).

Dans l'industrie des boissons gazeuses les conservateurs utilisés sont des acides organiques inoffensifs pour le consommateur et destructifs pour les microorganismes.

Cette destruction de produits lorsque ces conservateurs provoquent une chute de pH de 3 à 2.5 dans la boisson.

Tableau I. 2 présente quelques conservateurs dans une boisson gazeuse :

Tableau I. 2 : agents conservateurs dans une boisson gazeuse.

Code	Conservateurs	Formule brute	Dose habituelle d'emploi	Action
E330	Acide citrique	C ₆ H ₈ O ₇	2-4 g/l	Bactériostatique
E211	Benzoate de sodium	C ₆ H ₅ COON	0,5 g/l	Inhibiteur, bactéricide
E338	Acide phosphorique	H ₃ PO ₄	0,5 g/l	Bactéricide, inhibe

(Multon, 1992).

I.2.4.3. Colorants :

Les colorants sont les additifs les moins indispensables, on les utilise principalement pour normaliser la couleur d'un aliment ou d'une boisson (*Alias et al., 2003*).

- **Caramel EL50** : C'est une substance amorphe de coloration brune, obtenue par chauffage de saccharose ou autre sucre alimentaire à des températures supérieures à 180°C (selon l'E.U.T.E.C.A «Européen technical caramel association »).
- **E150d** : caramel au sulfite d'ammonium préparé à partir de sulfite et bisulfite d'ammonium, ce dernier est utilisé dans les boissons gazeuses « cola ».

I.2.4.4. Les émulsifiants :

Ce sont des substances qui permettent d'obtenir ou maintenir un mélange uniforme à partir de deux ou plusieurs phases immiscible contenues dans un aliment (*FAO, 2006*).

I.2.4.4.1. Succiante octenylique sodique d'amidon :

E1450 : Est un additif alimentaire qui joue le rôle d'un stabilisant, épaississant, liant, émulsifiant, Il est d'origine végétale (*Alias et al., 2003*).

I.2.4.4.2. Acétate - iso butyrate de saccharose :

E444 : se présente sous forme de liquide clair de couleur paille, limpide et dépourvu de dépôts, ayant une odeur fade, Sa formule chimique $C_{12}H_{22}O_{11}$, Il est d'origine végétale, utilisé en tant que :émulsifiant, stabilisant.

I.2.4.4.3. Ester glycérique de résine de bois :

E445 : (Gomme ester) Se présente sous forme de solide dur, jaune à ambre clair, sa formule chimique $C_{20}H_{30}O_2$ (acide résinique). Il est d'origine végétale, utilisé en tant que : émulsifiant, stabilisant, agent de glaçage.

I.2.4.5. Les édulcorants :

Les édulcorants sont des substances utilisées comme additifs alimentaires pour donner une saveur sucrée aux denrées alimentaires (*Dominique, 2011*).

Les édulcorants peuvent être regroupés dans deux grandes familles :

- ✓ *Les édulcorants de masse ce sont les polyols* : Sorbitol E420, Mannitol E421, Isomalt E953, Maltitol E996 (*Magali, 2009*).
- ✓ *Les édulcorants intenses* : ont une saveur sucrée 300 fois plus forte que celle du saccharose : aspartame E951, saccharine E954, le mannitol E421 (*Magali, 2009*).

I.2.4.6. Les acidifiants :

Ce sont des substances qui augmentent l'acidité d'une denrée alimentaire et/ou lui donnent un goût acide. Ils contribuent à la conservation des aliments par diminution du pH.

Acide phosphorique : C'est un acide inorganique de formule chimique H_3PO_4 . L'acide phosphorique est ordinairement stocké et vendu sous forme de solution. Cet acide est employé comme ingrédient des boissons non alcoolisées, dans les adoucisseurs d'eau, les engrais (*Manfred et Moll, 1998*).

I.2.5. Les effets néfastes des boissons gazeuses et des sodas sur la santé :

Il n'y a pas de mal à s'offrir un soda de temps en temps, mais une consommation régulière entraîne facilement un problème d'obésité.

Elle nuit également à la denture, car le sucre des sodas entretient les bactéries, agents des caries. Beaucoup de sodas contiennent en outre des acides (acides phosphorique, citrique...), lesquels attaquent l'émail des dents.

Il faut prendre la peine de lire la liste des ingrédients pour bien comprendre ce que l'on absorbe en buvant son soda favori. Les colas sont très riches en phosphore, qui inhiberait l'absorption du calcium. Il y a aussi un danger que les boissons gazeuses en viennent à remplacer le lait, surtout chez les jeunes. Or l'enfance et l'adolescence sont des périodes de la vie où les besoins en calcium augmentent pour assurer le développement du squelette et la densité des os.

Par ailleurs, il faut savoir que, en buvant deux grands verres (de 35 à 40 cl) de cola, un enfant de 27 kg absorbe 50 mg de caféine, ce qui équivaut à deux bonnes tasses de café pour un homme de 80 kg! L'effet excitant s'observe souvent chez les enfants agités ou qui n'arrivent pas à s'endormir.

Chez les adultes, trop de caféine peut favoriser l'hypertension et l'arythmie. Les personnes qui y sont sujettes ont tout intérêt à choisir un cola «sans caféine».

Les boissons gazeuses à saveur de jus de fruits ne sont pas meilleures pour la santé. Si on lit bien l'étiquette, on verra qu'elles renferment au mieux 10% de jus de fruits, mais surtout des sucres et des colorants.

Vous serez surpris de voir comment une alimentation trop riche en sucre transforme votre cerveau. *Anonyme1*

I.2.6. Généralités sur les aliments fonctionnels :

I.2.6.1. Définitions :

Un « aliment fonctionnel » est un terme dont les définitions varient selon les auteurs qui s'y réfèrent. Nous devons la première définition à un pionnier dans le domaine, le Professeur Rober froid. Pour lui, « un aliment fonctionnel est un aliment qui affecte les fonctions du corps d'une manière ciblée, de façon à en obtenir des effets positifs sur des fonctions physiologiques, par le fait qu'il contient des ingrédients qui améliorent la santé et qui pourront en temps utiles, justifier des revendications de santé » (*Forum sur les aliments fonctionnels, 1998*).

La seconde est d'origine japonaise, et se rapporte aux "Foods for Specified Health Use" dénommés FOSHU : « un aliment fonctionnel est un aliment qui, sur la base de la connaissance concernant la relation entre des aliments ou des composants d'aliments et la santé, est susceptible d'avoir des effets favorables sur la santé et qui a été autorisé à porter un étiquetage revendiquant que si une personne l'utilise à un usage de santé particulier, elle peut s'attendre par sa consommation, à en obtenir l'usage de santé » (*Bradbury et al., 1996*).

I.2.6.2. Intérêt de l'utilisation de la spiruline dans les aliments fonctionnels :

Les aliments dits fonctionnels doivent apporter des bénéfices physiologiques pour la santé autre que des apports nutritionnels ou énergétiques. Pour comprendre ce qu'est précisément un aliment fonctionnel, il est nécessaire de connaître tout d'abord la définition d'un aliment. Un aliment est défini selon quatre valeurs : une valeur énergétique, une valeur nutritionnelle, une valeur sensorielle et une valeur fonctionnelle (*Mejean, 2008*). Un aliment qui contient de la spiruline doit répondre à tous ces critères

I.2.6.3. aliments fonctionnels à base de spiruline :

Il existe actuellement plusieurs aliments enrichis en spiruline, comme : le pain, le couscous, les gâteaux, les crèmes, les yaourts, la farine, les produits algaux mélangés à du sel, les tagliatelles, le miel, le sucre, la soupe et les boissons...etc.

La spiruline peut être consommée seule ou mélangée à un aliment. Elle rentre dans la fabrication de plusieurs produits alimentaires, pour ses propriétés nutritionnelles mais également pour ses avantages technologiques. En effet, elle est utilisée par exemple comme colorant naturel (phycocyanine) dans les chewing-gums, les produits laitiers et les boissons non alcoolisées mentholées.

Exemple :

- ✓ **Les Boissons :** Les boissons également peuvent être enrichies en spiruline, en voici un exemple concret exposé dans le tableau I.3.

Tableau 1.3 : Boisson enrichie en spiruline

Type d'aliment	Objectifs	Résultats set effets démontrés
Jus	La formulation et le suivi de la qualité physicochimique, microbiologique et organoleptique d'un pur jus 100% orange « Vitajus » enrichi en différentes doses de spiruline (0.5, 1 et 1.5 g/l). la détermination de la dose létale médiane « DL50 » de spiruline et l'épreuve de toxicité.	L'ajout de spiruline n'a pas d'effets sur les paramètres physicochimiques. Le produit a montré également une bonne qualité microbiologique La qualité organoleptique de la formule 0,5g/l a été jugé la plus acceptable par le panel de dégustation. Le jus enrichi est resté stable au cours des 4 semaines suivant sa production à une température ambiante de 22°C. Le test de toxicité aigüe de la spiruline effectué sur les souris confirme que la spiruline n'est pas toxique selon l'échelle de Hodge et Sterner.

(Mahidjoub et al., 2016)

Chapitre II

la spiruline

II.1. Définition et principales caractéristiques :

La Spiruline est un micro-organisme appartenant au groupe des cyanobactéries qui est un groupe comprenant l'ensemble des bactéries autotrophes, c'est-à-dire capables d'utiliser l'énergie de la lumière pour la photosynthèse (*Roger, 2006*).

C'est une micro-algue alimentaire de couleur verte, qui existe telle quelle depuis plus de 3 milliards d'années. La principale espèce actuellement offerte sur le marché est la *Spirulina platensis*. D'abord cultivée principalement en Californie et à Hawaï, la spiruline est maintenant produite de façon contrôlée partout dans le monde où le climat le permet : Chili, Chine, Cuba, Inde, Afrique de l'Ouest, Grèce (en serres géothermiques), etc.... (*Azabji K et al., 2011*)

Représentant généralement sous différentes formes, les spirulines sont le plus souvent enroulées en spires (Figure A), parfois ondulées (Figure B) ou de forme droite (Figure C) (*Vincente, 2012*).

Cette particularité de forme est en relation directe avec les conditions écologiques rencontrées dans leur habitat (*All et al., 1999*).

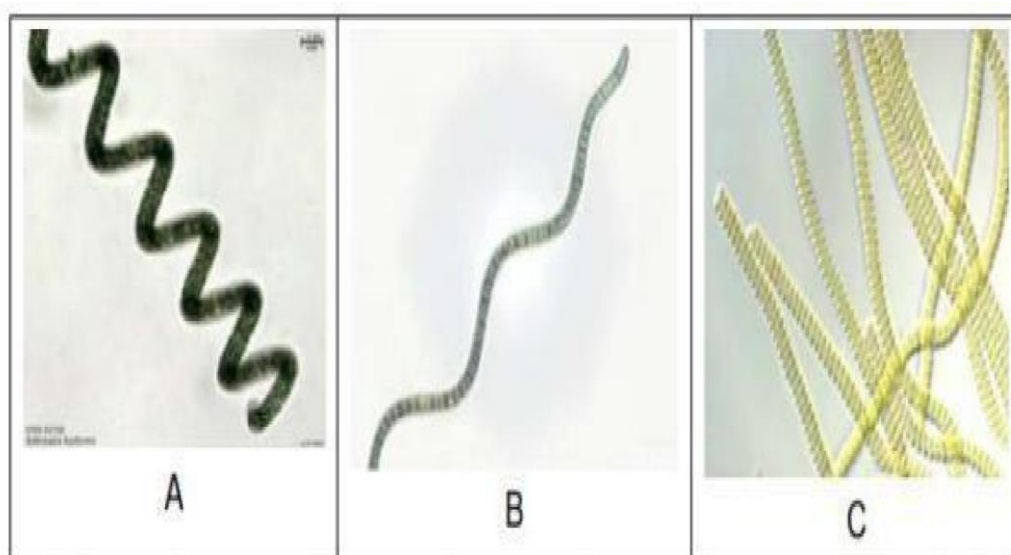


Figure II.1 : Les différents aspects de la spiruline (*Vincente, 2012*).

II.2. Origines de la spiruline :

Généralement présentée comme une micro-algue, n'est pas une algue, malgré une écologie proche et une ressemblance superficielle. C'est en fait une bactérie microscopique du genre *Arthrospira* se développant dans l'eau saumâtre et pouvant former des filaments gluants, d'où cette méprise.

Une grande confusion taxonomique persiste suite à l'introduction de deux genres distincts : *Arthrospira* et *Spirulina*. Autrefois classée dans le genre *Spirulina*, la spiruline l'est aujourd'hui dans le genre *Arthrospira*. Les espèces les plus connues et considérées comme sûres pour l'alimentation humaine sont *A. platensis*, *A. maxima* et *A. fusiformis*, qui sont également fréquemment appelées *S. platensis*, *S. maxima* et *S. fusiformis*. La spiruline est riche en phycocyanine, un pigment qui lui confère une coloration bleutée.

Elle pousse naturellement dans certains lacs d'eau salée et chaude, en Inde, au Tchad et au Mexique, où les populations locales la consomment régulièrement après l'avoir fait sécher. Elle est aujourd'hui produite de manière contrôlée, dans des fermes aquacoles, un peu partout dans le monde, et vendue dans le commerce sous la forme de poudre bleu-vert déshydratée, en vrac, en gélules ou comprimés. Certains industriels commercialisent des extraits concentrant les composés spécifiques et considérés comme actifs sur certaines fonctions de l'organisme.

Anonyme 2

II.3. Reproduction :

La spiruline se reproduit suivant un mode végétatif, une multiplication asexuée qui suit le principe de la bipartition par scission simple. C'est donc une segmentation des filaments qui s'effectue en plusieurs étapes (*Manet, 2016*).

Le filament de spiruline à maturité forme des cellules spéciales appelées nécridies. Elles se différencient des autres cellules par leur aspect biconcave et sont assimilées à des disques de séparation. À partir de ces derniers, le trichome se fragmente pour donner de nouveaux filaments de 2 à 4 cellules appelés hormogonies. Les hormogonies vont croître en longueur par division binaire et prendre la forme typique hélicoïdale (Voir Figure II.2), (*Cruchot, 2008*).

Chacune des cellules donne deux cellules par scissiparité (Figure II.2) (*Manet, 2016*).

La vitesse de multiplication est particulièrement rapide dès que la température dépasse 30° C à l'ombre ; lorsque ces conditions sont réunies et que le milieu est favorable, le temps de régénération est très court (7 heures) (*Zarrouk, 1966*).

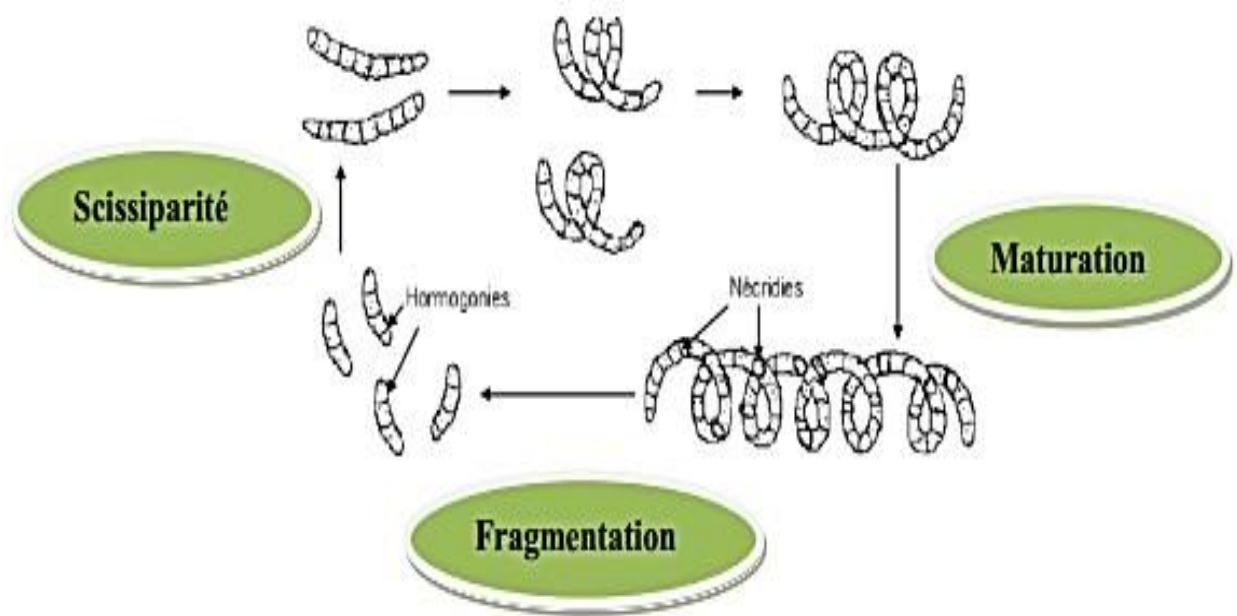


Figure II.2 : Cycle biologique de reproduction de la spiruline (*Charpy et al., 2008*).

II.4. Classification taxonomique :

La classification systématique de la spiruline a été étudiée par plusieurs auteurs. Considérée comme une algue à l'origine, une désignation finale en tant que cyanobactérie a été adoptée et acceptée par la suite pour figurer au « *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* » (*Goulambasse, 2018*).

D'un point de vue taxonomique, la spiruline s'y verra appartenir par les systématiciens au: Règne des Monera Groupe ou Sous Règne des Procaryotes Embranchement des Cyanophyta Classe des Cyanophyceae Ordre des Nostocales (ou Oscillatoriales) Famille des Oscillatoriaceae Genre Oscillatoria Sous genre Spirulina ou Arthrospira (*Charpy et al., 2008*).

Les deux espèces les mieux connues sont *Spirulina platensis*, originaire d'Afrique et *Spirulina maxima* originaire d'Amérique centrale (*Sguera, 2008*).

Néanmoins, et plus récemment, l'idée des éparer les deux groupes *Spirulina* et *Arthrospira* a été partagée et affirmée par plusieurs sauteurs sur la base de nombreuses caractéristiques telles que : l'hélicité et la taille du trichome, la visibilité sous microscope, la structure de la paroi cellulaire et des pores, les thylakoïdes, la motilité et la teneur en G + C (*Vonshak, 2002*).

Tableau II.1 : classification de l'*Arthrospira platensis*.

Règne	Monera ou Bacteria
Sous-règne	Prokaryota
Phylum ou Division	Cyanophyta ou Cyanobactérie
Classe	Cyanophyceae
Ordre	Oscillatoriales
Famille	Oscillatoriaceae
Genre	Arthrospira
Espèce	<i>Arthrospira platensis</i>

(*Charpy et al., 2008*)

II.5. Composition :

La spiruline comprend dans sa composition entre 60 et 70% de protéines, 15% de glucides, 6% de lipides, 7% de minéraux et de 3 à 6% d'eau (Figure II.3) (*Niangoren, 2017*).

Cependant Cette composition peut varier selon les conditions de culture, la période de récolte, l'origine géographique ainsi que plusieurs autres paramètres (*Niangoren, 2017*).

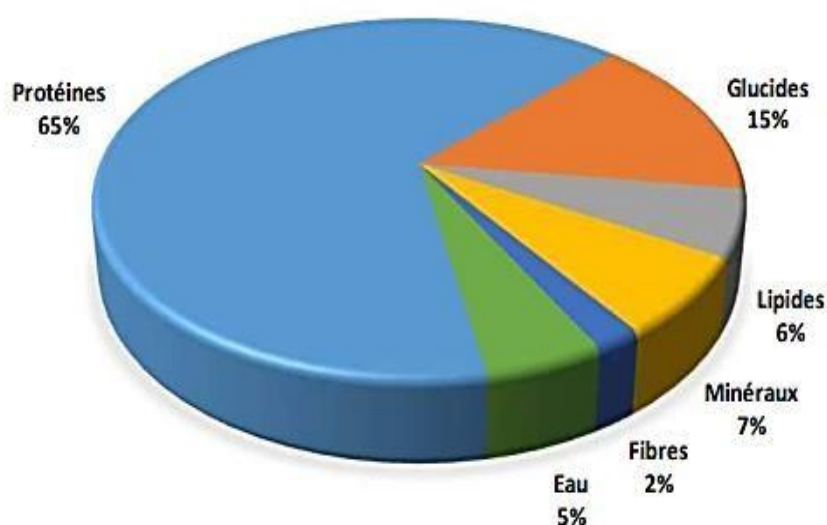


Figure II.3 : Composition chimique de la spiruline (*Lecointré, 2017*).

II.5.1. Protéines :

Indispensables à la vie, les protéines sont les molécules organiques les plus abondantes dans le corps humain. Elles sont retrouvées sous forme d'enzymes, d'hormones, d'anticorps, réparant les tissus, et essentiels à l'équilibre acido-basique (*All et al., 1999*).

On juge la qualité d'une protéine par son taux en acides aminés et la diversité de ceux-ci. Non seulement la micro-algue apporte des protéines en très grande quantité (65 grammes pour 100 grammes de spiruline) mais elle contient surtout les 8 acides aminés essentiels qui ne peuvent être produits par l'organisme lui-même.

Dernier point essentiel : les protéines contenues dans la spiruline sont hautement assimilables par l'organisme humain, de l'ordre de 95%. **Anonymous 3**

C'est l'aliment le plus riche en protéines connu à ce jour puisqu'elle en contient deux fois plus que le soja et trois plus que la viande ou le poisson (*Jean, 2006*).

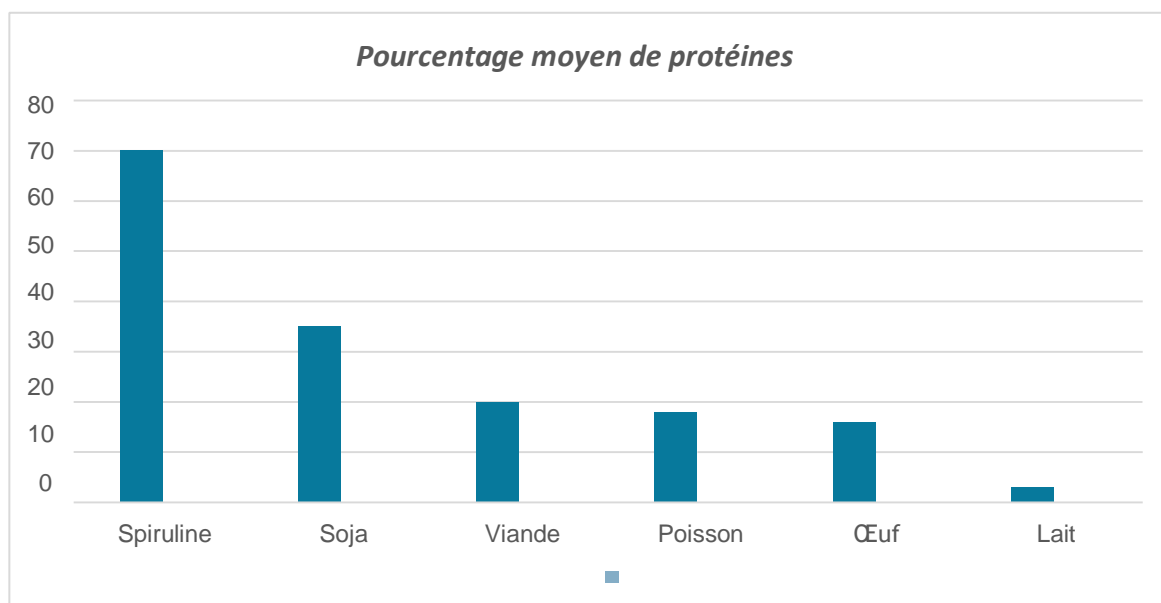


Figure II.4: Diagramme de positionnement de la spiruline par rapport à d'autres aliments.

(*Jean, 2006*)

II.5.2. Glucide :

Les glucides constituent globalement 15 à 25% de la matière sèche des spirulines (*Ciferri O, 1983*).

La paroi des Spirulines comme les bactéries Gram-négatives, est formée de glucosamine et d'acide muramique associés à des peptides.

L'essentiel des glucides assimilables est constitué de polymères tels que des glucosannes aminés (1.9% du poids sec) et des rhamnosannes aminés (9,7%) ou encore de glycogène (0.5%) (*Falquet et Hurni, 2006*).

II.5.3. Minéraux et oligo-éléments :

La composition en minéraux de la spiruline apparait dans le tableau II.2 se dessous .On observe une grande variabilité dans les teneurs elle s'explique par le fait quelles concernent la spiruline en milieu naturel et celles cultivées.

En outre, il est possible d'augmenter les teneurs en minéraux des origines cultivées (*Falquet et Hurni, 2006*).

Tableau II.2: Composition en minéraux de la spiruline cultivée en µg/g de sa matière sèche.

Minéraux	Teneur de la spiruline sèche	Doses requises *	(mg/kg)	(mg/jour)
Calcium			1300-14000	1200
Phosphore			6700-9000	1000
Magnésium			2000-4000	250-350
Fer			600-6000 **	18
Zinc			21-6000 **	15
Cuivre			8-2000 **	1,5-3
Chrome			2,8	0,5-2
Manganèse			25-37	5
Sodium			4500	500
Potassium			6400-15400	3500
Sélénium			0,01-50 **	0,05

* Pour l'adulte

** Valeurs obtenues par enrichissement spécifique

(*Falquet et Hurni, 2006*).

II.5.4. Lipide :

Les lipides de la spiruline qui représentent environ 5 à 6% de son poids total (*Sall et al., 1999*).

La composition en lipides totaux se caractérise par un bon équilibre entre acides gras saturés et acides gras polyinsaturés. La composition des principaux acides gras révèle la présence d'une forte concentration en acides gras essentiels, incluant des oméga-3 et des oméga-6 qui préviendraient l'accumulation de cholestérol dans l'organisme (*Hug et Von der Wied, 2011*).

Les lipides totaux peuvent être séparés en une fraction saponifiable (83%) et une fraction insaponifiable (17%), contenant essentiellement des paraffines, des pigments, des alcools terpéniques et des stérols (*Ross, 1990*).

II.5.5. Vitamine :

La spiruline constitue une bonne source de vitamines, notamment celles du groupe B. Parmi celles-ci, la vitamine B12 se trouve à un niveau élevé (0,16 mg/100 g), ce qui conduit certains à la présenter comme une excellente solution pour lutter contre le déficit en cette vitamine chez les végétaliens (*Wu et Ho, 2007*).

La Spiruline est une algue vitaminée, elle est la deuxième source de vitamine B1 après la levure de bière. Elle contient aussi une concentration relativement élevée en provitamine A, vitamine B12 et β -carotène (*Cruchot, 2008*).

La spiruline renferme en elle de nombreuses vitamines (A, B1, B2, B3, B5, B6, B7, B8, B9, B12, D, E, K).

- ✓ La vitamine A est recommandée pour améliorer la vision.
- ✓ La vitamine B1 favorise la croissance cellulaire.
- ✓ La vitamine B2 est source d'énergie.
- ✓ La vitamine B3 aide à lutter contre le cholestérol.
- ✓ La vitamine B5 réduit le stress.
- ✓ La vitamine B6 aide à favoriser la croissance des cheveux et des ongles.
- ✓ La vitamine B7 est une synthèse des acides aminés et acides gras.
- ✓ La vitamine B8 aide à réduire le sébum.
- ✓ La vitamine B9 est un antianémique.

- ✓ La vitamine B₁₂ prévient les maladies cardiovasculaires. C'est la vitamine dont les végétariens sont censés manquer.
- ✓ La vitamine D aide à la minéralisation des os.
- ✓ La vitamine E est un antioxydant qui aide à lutter contre l'acné.
- ✓ La vitamine K est un coagulant du sang.

Pour un véritable cocktail de vitamines, vous pouvez associer votre dose de spiruline dans un verre de jus d'orange (pour la vitamine C, seule vitamine qui n'est pas contenue dans la spiruline). **Anonyme 4**

II.6. Intérêt nutritionnelle de la spiruline :

II.6.1. Valeurs nutritionnelles :

La valeur nutritionnelle est une condition nécessaire d'un aliment. Tout aliment a un rôle nutritif à remplir. Il doit pour cela apporter les substances indispensables que l'organisme ne peut pas synthétiser tel que les acides aminés et acides gras indispensables, les oligoéléments, les vitamines et les minéraux. La composition nutritionnelle de la spiruline répond donc parfaitement à ce critère (*Sébastien, 2008*).

II.6.2. Valeur énergétique :

Un aliment se doit d'apporter de l'énergie à l'organisme sous forme de calories. Cette énergie est apportée principalement par les lipides, les protéides et les glucides qui fournissent respectivement 9 kCal, 4kCal et 4kCal (1 kilocalorie (kCal) = 4,18 kilojoules (kJ)).

La composition nutritionnelle de la spiruline, riche en protéines, répond là aussi parfaitement à ce critère (*Sébastien, 2008*).

II.6.3. Valeur sensorielle :

Chaque aliment doit convenir à nos 5 sens :

1. La vue par son aspect esthétique, il doit plaire à nos yeux avant de plaire à notre bouche.
2. Le toucher par sa texture. Une viande trop dure semblera moins appétissante qu'une viande tendre et juteuse.

3. L'ouïe, le croustillant du pain, le croquant de la pomme pendant la mastication sont des éléments importants qui augmentent l'envie de manger.
4. L'odorat, c'est avec le goût certainement le sens le plus important, une bonne odeur ouvre l'appétit et excite les papilles gustatives. L'odorat, grâce au mécanisme de rétro-olfaction, permet l'appréciation des saveurs des aliments.
5. Le goût, sans nul doute le sens le plus important pour apprécier ou non un aliment. Bien que chaque individu ait sa propre perception du goût et que selon les cultures cette perception peut changer, des constantes existent comme l'amertume, le salé, le sucré, le piquant. Le goût est très culturel et est très dépendant des habitudes alimentaires, c'est un sens qui s'apprend et qui évolue au cours de la vie.

Sur ce point, la spiruline ne répond pas forcément à ces critères. En effet, la vue de l'algue n'a rien d'appétissant ou du moins dans la culture occidentale. Il peut en être autrement dans les cultures africaines plus habituées à des nourritures à base d'ingrédients naturels, non transformés. La texture de la spiruline séchée ressemble à celles des herbes de Provence mais sans leurs odeurs caractéristiques. Par contre la texture de la spiruline mouillée, ressemblant à une bouillie verte et n'a rien d'attrayant non plus. De même le goût et l'odeur de l'algue séchée sont fades et ne risquent pas d'attirer le consommateur occidental. La spiruline n'est donc pas un aliment qui excitera les sens du consommateur des pays développés (*Sébastien, 2008*).

II.6.4. Valeur fonctionnelle :

Tout aliment est susceptible d'avoir une valeur fonctionnelle lorsqu'il a la propriété d'interférer sur les fonctions vitales de l'organisme et de moduler l'état de santé et au bien-être d'un individu. La fonctionnalité d'un aliment est apportée par une ou plusieurs molécules identifiables et présentant des activités spécifiques mesurables. Ces molécules ne sont pas forcément des molécules indispensables au même titre que certains acides aminés. Elles n'entrent pas non plus en jeu pour la régulation du métabolisme énergétique.

La fonctionnalité d'un aliment est innée contrairement à l'aliment fonctionnel où l'action sur la fonction cible est acquise par transformation (ajout de composant, concentration...). Sur ce dernier point, là encore la spiruline répond parfaitement à ce critère avec la présence innée de molécules actives telles que la phycocyanine et le calcium-spiruline. Ces molécules ayant démontrées tout leur potentiel fonctionnel sur des fonctions cibles de l'organisme.

En définitive, la spiruline peut être considérée comme un aliment fonctionnel malgré sa faible valeur sensorielle, valeur qui pourra être compensée par un mélange avec un autre aliment plus appétent. Cependant Jean Trémolières, ancien directeur du laboratoire de nutrition humaine à l'hôpital Bichat a défini aussi l'aliment comme : « une denrée alimentaire comestible, nourrissante, appétent et coutumière ».

Concernant ce dernier point, bien que la spiruline soit en passe de devenir un aliment coutumier des pays où sévit la malnutrition, elle n'est assurément pas un aliment coutumier des assiettes des consommateurs des pays développés. Ceci s'explique en partie par le fait que selon les pays, les besoins alimentaires ne sont pas les mêmes.

Dans certaines régions des pays pauvres, la spiruline était déjà consommée de manière traditionnelle. Aujourd'hui, la compréhension des peuples défavorisés qu'il faille lutter contre la malnutrition et que la spiruline peut les y aider, est un élément nouveau qui a favorisé le développement de la culture de l'algue spiruline dans ces pays. A l'inverse dans les pays riches, la consommation d'algue n'est pas coutumière des habitudes alimentaires et il n'y a pas de problème de manque de nourriture. Ainsi, le développement de la consommation de spiruline en tant qu'aliment ne semble pas nécessaire. Néanmoins, la spiruline pourra profiter du marché actuellement porteur des aliments santé.

En effet, la nouvelle tendance pour les aliments fonctionnels va favoriser l'émergence et l'acceptation de nouvel aliment dans l'assiette des consommateurs et la spiruline pourrait bien en faire partie. Des industriels de l'alimentation comme le groupe Roquette, ont d'ailleurs, parié sur l'émergence du marché des micro-algues alimentaires en lançant un programme de développement appelé « Algohub ». Ce projet bénéficiera d'un budget à hauteur de 28,4 millions d'euros sur cinq ans et permettra au groupe de devenir le leader européen des micro-algues alimentaires (*Sébastien, 2008*).

II.7. Culture de la spiruline :

La spiruline croît naturellement dans les eaux saumâtres et les lacs salins. Elle est présente dans les eaux chaudes, douces et alcalines, ainsi que dans certains lacs d'Afrique (lac Tchad) et d'Asie (lac Lonar).

La spiruline est également cultivée en milieu contrôlé notamment dans les photos bioréacteurs grâce à la synthétisation du milieu de culture. (*Zarrouk, 1966*).

II.7.1. Milieu de culture :

Il s'agit d'une solution de sels minéraux et d'eau. Ce liquide doit apporter à la spiruline tous les éléments chimiques nutritifs qui lui sont nécessaires. Il s'agit de milieux très minéralisés riches en carbonate de sodium (Na_2CO_3) ou bicarbonate de sodium (NaHCO_3), d'une source d'azote fixé et d'autres minéraux (*Zarrouk, 1966*).

Ce milieu est peu propice à la croissance d'autres végétaux, et d'autres formes de vie au vu de son pH fortement alcalin. Aujourd'hui, de nombreux pays ont mis en place des fermes à spiruline grâce à la synthétisation du milieu de culture. Le plus connu et utilisé (milieu standard) est le milieu de (*Zarrouk, 1966*).

Par ailleurs, même si la biomasse donnée n'est pas aussi élevée que celle du milieu de Zarrouk, des essais de milieux de culture sont effectués. Ces milieux sont composés de sels minéraux alternatifs, de nutriments essentiels avec des modifications de certaines concentrations (*Raouf et al., 2006*), (*Jourdan, 2016*).

Certains auteurs montrent la possibilité d'utiliser les eaux usées ou de l'urine humaine traitées (élimination des éléments nuisibles pour l'homme) et auxquelles on ajoute certains sels minéraux (*Yang, 2008*), (*Bellahcen et al., 2013*).

II.7.2. Conditions de culture :

- ✓ **Influence du pH et de la température sur la croissance de la spiruline :** Le pH et la température du milieu de culture influencent directement la vitesse de croissance de la spiruline. Le pH doit être compris entre 8 et 11. Le pH idéal se situe autour de 9,5. La spiruline ne commence à croître d'une manière appréciable qu'au-dessus de 20°C. La vitesse de croissance est maximale entre 35 et 37°C. Au-delà de cette température, on risque d'avoir une destruction de la culture (qui survient après quelques heures au-delà de 43°C), La spiruline peut survivre dans un milieu froid (jusqu'à -5°C), Les brusques variations de température sont néfastes pour la spiruline (*Zarrouk, 1966*).
- ✓ **Influence de l'agitation sur la croissance de la spiruline :** Il est impératif d'agiter, au moins 2 à 4 fois par jour une culture de spiruline. L'agitation du milieu de culture permet une bonne répartition de la lumière et favorise les échanges gazeux (élimination du dioxygène et absorption du gaz carbonique). Cependant, une agitation trop violente endommage la spiruline provoquant l'apparition de mousse. Certaines pompes centrifuges, ainsi que les chutes d'eau avec éclaboussures, sont spécialement néfastes

L'agitation peut se faire avec une pompe électrique, ou par injection d'air au moyen d'un compresseur pour aquarium ou encore par une roue à aubes (*Antenna Technologies, 2012*).

Influence de l'éclairage sur la croissance de la spiruline : Pigments photosynthétiques de la spiruline, Les cyanobactéries se distinguent des bactéries par la présence de chlorophylle A et de pigments accessoires hydrosolubles, les phycobilines rouge (phycoérythrine (PE)) et bleue (phycocyanine (PC)) (figure II.5). La spiruline platensis contient également une autre phycobiline, l'allophycocyanine (APC). Les cyanobactéries possèdent aussi des caroténoïdes notamment le β -carotène. Leur coloration (vert, bleu, rouge,...) est liée à la présence simultanée de ces différents pigments suivant leur proportion. Elles réalisent la photosynthèse oxygénique et peuvent donc transformer l'énergie lumineuse en énergie chimique en fixant le dioxyde de carbone (CO_2) et en libérant du dioxygène (O_2). La présence de ces pigments permet à la spiruline d'absorber la lumière sur une large bande spectrale (*Ravelonandro et al., 2008*).

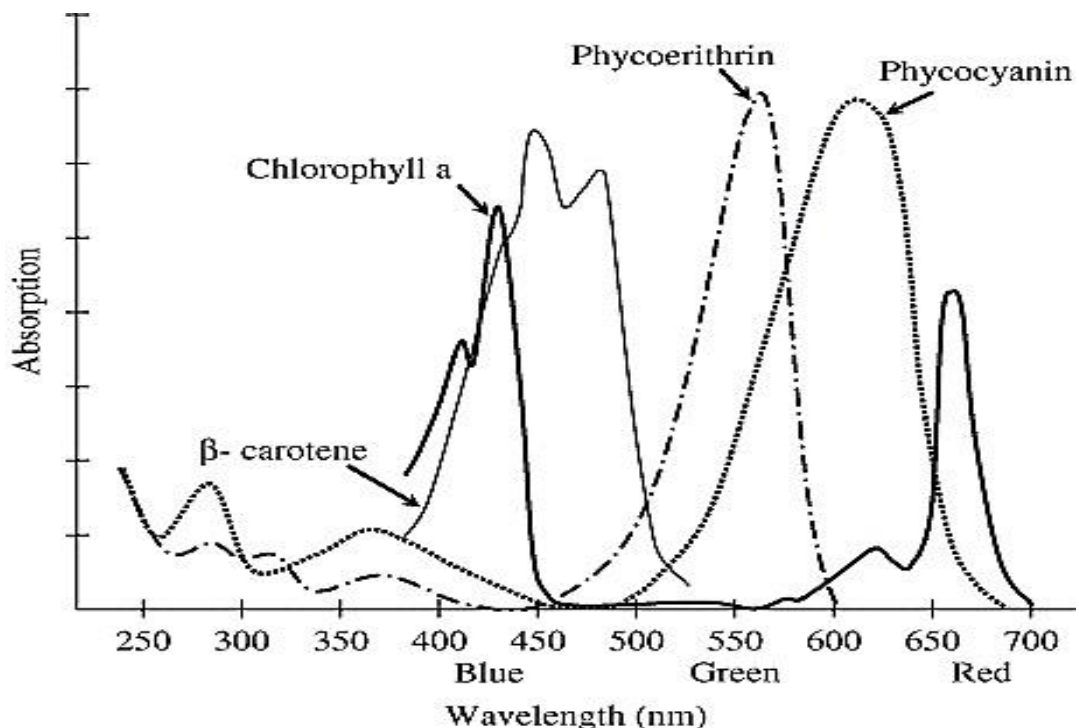


Figure II.5 : Spectres d'absorption de pigments photosynthétiques des cyanobactéries

(*Ravelonandro et al., 2008*).

- ✓ **Influence de la lumière sur la croissance de la spiruline :** La lumière est un facteur important dans la croissance des micro algues. Une limitation ou un excès de lumière

peut donc avoir des conséquences sur le métabolisme des cellules et de leur croissance. La réponse des algues par rapport à l'intensité de lumière peut être décrite à partir de la courbe de réponse photosynthétique en fonction de l'irradiance (P/I) (*Dubinsky, 2013*).

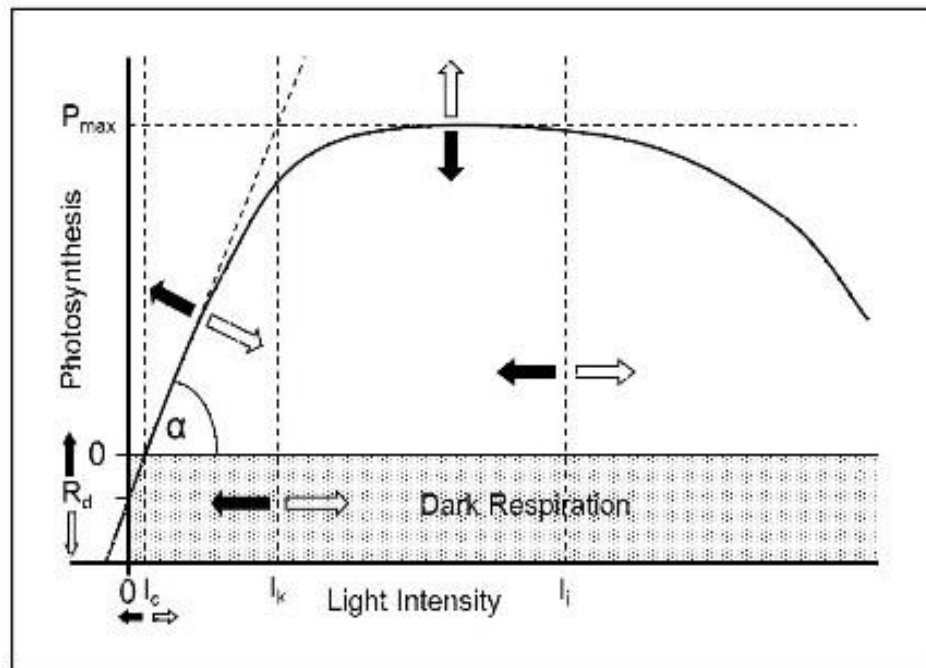


Figure II.6 : Réponse photosynthétique des microalgues suivant l'intensité lumineuse

(*Dubinsky, 2013*).

Les flèches vides indiquent la direction de la réponse d'acclimatation à de fortes intensités de lumière et les flèches pleines, la direction de la réponse d'acclimatation aux faibles éclaircissements. R_d est la respiration sombre (ou respiration à l'obscurité), P_{max} , le taux de photosynthèse maximum, I_c , l'énergie lumineuse de maintien, α , le taux photosynthétique maximale, I_k , l'intensité lumineuse de transition entre la lumière limite et la lumière de saturation de la photosynthèse et l'intensité lumineuse au-dessus de laquelle il y a la photo inhibition (*Dubinsky, 2013*).

II.8. Application de la spiruline :

La spiruline est utilisée dans l'alimentation humaine qu'animale et même dans les cosmétiques. La production mondiale de cette micro-algue est estimée à un peu plus de 5 000 tonnes par an (*Gérard Tremblin, 2004*).

II.8.1. En alimentation humaine :

En alimentation humaine elle est utilisée comme colorant naturel dans les chewing-gums, produits laitiers, boissons non alcoolisées comme la menthe. La phycocyanine est un des rares pigments naturels de couleur bleue. Elle apparaît également dans une gamme de produits algaux mélangée à du sel, des tagliatelles. En Suisse et au Japon, il existe depuis longtemps du pain à la spiruline (*Sguera, 2008*).

Dans les pays en voie de développement, La spiruline ne remplace pas les aliments caloriques tels que le manioc, le riz, le blé, la pomme de terre ou le maïs, mais c'est un ingrédient idéal de la source protéinée qui accompagne ces aliments, elle permet ainsi d'apporter non seulement ses protéines, mais les nombreux autres éléments très favorables à la bonne santé de tous et notamment des jeunes enfants (*Cruchot, 2008*).

Dans les pays développés, L'industrie alimentaire propose, à l'heure actuelle, de nombreux produits enrichis en spiruline : tagliatelles, soupes instantanées, gelées, pâte à tartiner, barres énergétiques, crèmes glacées, desserts chocolatés, gâteaux, boissons fermentées, yaourts, bonbons et aliments diététiques pour régimes hyper protéinés. Néanmoins, ces modes de consommation restent rares. La spiruline est plutôt utilisée sous forme de poudre, comprimés, granulés ou gélules en guise de complément alimentaire (*Cruchot, 2008*).

II.8.2. En alimentation animale :

La spiruline, un complément idéal pour la santé des animaux.

La nourriture doit couvrir tous les besoins nutritionnels de l'animal, en quantité satisfaisante et dans des proportions adaptées à son anatomie, son état physiologique, son âge et même son état psychologique. Pendant la croissance plus particulièrement, il est essentiel de fournir à l'animal les bons nutriments : cela assure son bon développement et le rend également moins susceptible de tomber malade tout au long de sa vie (soutien immunitaire). Les animaux en tant qu'êtres vivants peuvent, tout comme les humains, avoir besoin de suppléments puisqu'ils sont eux aussi victimes de l'appauvrissement. Besoin général de l'alimentation et des dégâts qu'engendre l'environnement moderne. La spiruline contient naturellement une quantité

innombrable de vitamines, protéines, antioxydants, oligo-éléments. Tous ces nutriments ne sont pas moins indispensables pour la bonne santé des animaux (*Alain Casal, 2006*).

II.8.3. Application cosmétique :

L'analyse quantitative et qualitative des éléments qui composent la spiruline furent formelles. Autant d'actifs naturels retrouvés (acides aminés, oligoéléments, anti oxydants, minéraux, vitamines, acides nucléiques (composants de l'ADN), protéines, acides gras essentiels...) dont bénéficient ceux qui la consomment dans l'assiette et que certains laboratoires de soins cosmétiques ont introduits dans des crèmes, des shampoings ou des sérums (*Banks, 2007*).

Grâce à ses propriétés anti-oxydantes qui empêchent la formation de radicaux libres, la spiruline améliore la souplesse et l'élasticité de la peau et donc retarde son vieillissement et apporte brillance et résistance aux ongles et aux cheveux par les nutriments et les oligoéléments qu'elle concentre (*Banks, 2007*).

Considéré comme un aliment « beauté » d'exception, la spiruline est utilisée aujourd'hui dans les soins anti-âges à connotation marine, dans la préparation de produits de soins en spa et thalasso (masques visage, enveloppements corporels), comme soins réparateurs et fortifiants des cheveux et des ongles, en cataplasme et enveloppement marins, comme soin revitalisant pour le corps ou masque minéralisant du visage (*Casal, 2019*).

Elle est utilisée dans les masques cryogéniques et crèmes anti-âge, par son action sur le renouvellement cellulaire, la tonicité des tissus. Elle est aussi utilisée en synergie avec d'autres algues, comme agent cicatrisant et antiseptique (*Xue et al., 2002*).

La spiruline renferme toutes les vitamines et minéraux nécessaires pour avoir une peau, des cheveux et des ongles sains. La vitamine A permet un bronzage plus rapide et plus uniforme, la vitamine B5 permet à la peau de conserver son hydratation et sa souplesse et la vitamine B8, en diminuant l'excrétion de sébum, réduit la principale cause de chute des cheveux (*Algosopette, 2017*).

La phycocyanine est utilisée dans cosmétologie pour la variété de couleurs qu'elle peut donner mélangé avec d'autres composés (*Sguera, 2008*).

Partie II

Partie expérimentale

Chapitre III

Matériel et méthodes



III.1. But et intérêt de l'expérimentation :

Le présent travail focalise sur l'étude de l'effet d'incorporation de la spiruline sur la qualité physicochimique et organoleptique d'une boisson gazeuse. La formulation de cette dernière a été fabriquée à l'échelle laboratoire dans l'unité industrielle « ORANGINA ».

III.2. Description de l'unité SPA Djgaguen :

ORANGINA Djgaguen est une entreprise familiale installée à Blida qui détient et exploite la marque Orangina déposée légalement en Algérie depuis 1964, sans conteste.

Orangina est née de la rencontre, à l'automne d'un 1935 à la foire de Marseille, d'un inventeur, le docteur espagnol Trigo, et négociant d'huiles essentielles installé en Algérie : Léon Béton.

Le docteur Trigo Mitrales, pharmacien à Valence (Espagne) est l'inventeur d'un procédé permettant de conserver le jus d'orange plus longtemps : son idée consiste à mélanger un concentré de jus d'orange à de l'eau gazéifiée, le tout étant conditionné dans une bouteille granuleuse et ventrus comme une orange, en guise de bouchon, une fois renfermant de l'huile essentielle d'orange. Trigo baptise son invention « Orangina, Soda de Naranjina » (Naranjina signifie « petite orange » en Espagnol).

Léon Béton, quant à lui, élabore et commercialise en Algérie des huiles essentielles de lavande et de géranium. Il s'intéresse également aux jus de fruit, et se demande comment écouler la production d'orange d'un pays qui se couvre d'orangeraias « un jour, se dit-il : nous connaissons la formule qui permettra de boire le jus de nos oranges aux quatre coins du monde..... ».

Après sa rencontre décisive avec le docteur Trigo, Marseille, Béton rapporte la fameuse formule chez lui, à Boufarik petite ville de la plaine de la Mitidja. Dès sa naissance, la marque est secouée car la guerre d'Espagne et la seconde guerre mondiale interrompent son développement.

Orangina a retourné ses inconvénients de naissance (une forme ronde, la pulpe qui colle aux parois du verre) en argument marketing de choc. Avec son slogan devenu fameux, « secouez, secouez moi », la marque a gagné le pari de l'audace publicitaire. Aujourd'hui, un milliard de petites bouteilles ventrues sont vendues dans le monde.



Figure III.1 : logo « ORANGINA ».

III.3. Produits fabriqués :

- ✓ ORANGINA à la pulpe d'orange.
- ✓ ORANGINA d'Agrumes.
- ✓ ORANGINA rouge sanguine.
- ✓ ORANGINA Cherbet.

Sa production se fait selon les saisons et les commandes.

On les trouve soit d'une forme d'une canette, d'une bouteille en verre, une bouteille en plastique (1L et 2L).

On les trouve beaucoup plus dans : les fêtes, les cafés, les salons de thé, les réceptions.



Figure III.2 :Description de la boisson gazeuse « Orangina ».



C'est une boisson gazeuse sous forme liquide à base de concentré d'orange ou agrumes, elle est caractérisée par sa couleur jaune et son gout acide et sucré spécifique.

Tableau III.1 : Description de la boisson gazeuse « ORANGINA »

Dénomination	Boisson gazeuse « ORANGINA »
Matière première	Eau Concentré (jus + la pulpe) Sucre Conservateur Huile essentiel
Conditionnement	(polyéthylène téréphtalate) Emballage en bouteille plastique
Présentation commerciale	Bouteille de 33cl, 02 L Verre de 25 CL
Durée de conservation	A consommer pendant 06mois A consommer pendant 01an
Condition de stockage	25°C
Destination	Les grossistes, les pizzerias, les salons de thé
Gout	Sucré gazéifiée
Adresse de fabrication	Carrefour Ahmed Zabana Blida, Blida

III.4. Technologie de fabrication :

III.4.1. Traitement de l'eau au niveau d'unité « ORANGINA » :

- ✓ **La Chloration** :La désinfection est un traitement visant l'élimination des microorganismes pathogènes, c'est un moyen de fournir une eau bactériologiquement potable.



Ce traitement s'effectue par l'ajout d'un volume bien déterminé de l'hypochlorite de sodium (NaO Cl).

Une bonne désinfection nécessite un temps de 20 min à 1 heure de contact entre l'eau et le chlore.

- ✓ **Filtre à sable :** A pour but d'éliminer les matières en suspension qui sont les sables, les matières organiques et végétales, l'argile et boues diverses. Elles sont de taille variable, visible à l'œil nu et peuvent être éliminées par décantation ou filtration.
- ✓ **Adoucissement :** l'adoucissement est un procédé de traitement consiste à éliminer la dureté de l'eau (due à la présence des sels alcalino-terreux, carbonates, sulfate, chlorure de calcium et de magnésium). L'eau adoucie n'est pas incrustante et mousse facilement avec le savon.

L'adoucissement est Effectué par passage de l'eau à travers un échangeur de cations (permutation des ions calcium avec les ions de sodium) régénérés avec des chlorures de sodium.

Cette opération limite aussi le risque de colmatage des installations par accumulation de calcaire.

- ✓ **Filtre à charbon actif ou décoloration :** Le filtre à charbon actif à une construction similaire à celle des filtres à sable.

C'est un traitement particulièrement efficace pour enlever la matière organique particulièrement quand la charge moléculaire est importante et la polarité est faible.

III.4.2. Le procédé de fabrication des Boisson Gazeuse « ORANGINA » :

III.4.2.1. Préparation de la boisson :

- ✓ **Préparation du sirop blanc :** La préparation de la boisson ORANGINA se fait à froid dans une cuve de 1000 l, le préparateur verse le sucre (saccharose) dans l'eau de procès à une quantité déterminée, puis laisser par l'agitateur jusqu'il sera fondu dans l'eau.
- ✓ **Préparation du sirop composé :** Dans la même cuve le préparateur mélange le sirop blanc qui est déjà préparé avec le concentré d'orange.
- ✓ **Préparation du produit fini :** Pour obtenir la boisson d'orange ORANGINA le préparateur additionne au sirop composé l'eau gazéifiée, cette opération se fait automatiquement l'aide



d'une pompe doseuse appelée PRIMIX. Ce dernier est composé de trois réservoirs où s'effectue le dosage du sirop composé.

- ✓ L'eau traitée est refroidie par l'échangeur de chaleur puis désaérée par l'intermédiaire d'une pompe vide, et dans un réservoir se fait le mélange (EAU_CO₂) pour obtenir l'eau gazéifiée.
- ✓ Au niveau du 3^{ème} réservoir se fait le mélange de sirop composé avec l'eau gazéifiée par une pompe doseuse qui est réglée de façon à obtenir une valeur de Brix comprise entre 12° et 13° Brix et de pression de gaz 1,4 Bar. Et de cette façon on obtient la boisson d'orange ORANGINA.

III.4.2.2. Lavage des bouteilles :

Après la mise en marche de la chaudière, le convoyeur qui fonctionne en permanence amène des bouteilles en verre (25 cl) d'ORANGINA vides chargées manuellement destinées au convoyeur de la laveuse: là on met en contact la bouteille avec une solution détergente de soude caustique (NaOH) et l'eau chaude de façon à éliminer les matières organiques ou les débris.

Pour assurer le bon nettoyage des bouteilles de soude caustique le contrôle se fait par le phénophtaléine (PP), le contrôleur va mettre quelques gouttes de (PP) sur la bouteille de verre et observer le changement de la couleur, Si elle est rose indique que la bouteille n'est pas encore nettoyée de soude et pour cela il faut faire un autre lavage. Si reste incolore cela indique que la bouteille est bien nettoyée et on peut remplir.

III.4.2.3. Remplissage :

Le remplissage de boisson d'orange se fait automatiquement par le transport des bouteilles jusqu'à la soutireuse dont le rôle essentiel est d'introduire une certaine quantité de la boisson dans la bouteille en verre.

III.4.2.4. Capsulage :

La fermeture des bouteilles se fait par le capsulage, ce dernier est le système le plus répandu et il a pour but de rendre la bouteille étanche. Cette opération se fait automatiquement par une machine.

III.4.2.5. La pasteurisation :

La pasteurisation est un traitement thermique qui permet d'assurer la qualité microbiologique du jus être visé ainsi à détruire la plupart des micro-organismes et d'inactiver les enzymes responsables d'altération du produit. Le jus est introduit froid dans le contenant, bouteille de verre. Celles-ci sont



chauffées après fermeture dans un bain ou sous des douches d'eau chaude ou de vapeur, pour atteindre 75° à 85°c à cœur puis elles sont refroidies par Dispersion d'eau froide. L'eau de refroidissement des bouteilles sortantes est utilisée pour le préchauffage des bouteilles entrantes ce qui permet une récupération d'énergie notable.

Au niveau de l'unité « ORANGINA » la pasteurisation se fait à une température de 75°c pendant 20 minutes.

III.4.2.6. datage :

Chaque bouteille remplie et capsulée sera transportée par le convoyeur vers le poste de datage pour mettre la date de production et de péremption du produit fabriqué ainsi que l'heure de fabrication sur les bouchons des bouteilles par une ancre visible, lisible et indélébile.

III.4.2.7. Le stockage :

Puisque le produit est fini et emballé, on va placer les bouteilles dans des caisses en plastiques après on les stocke dans un hangar à température ambiante.

III.5. Matériel :

III.5.1. Matériel biologique :

✓ *Matières premières :*

- 1) **L'eau :** Au niveau de l'unité Orangina, trois types d'eau sont utilisées : l'eau de chaudière, de bûche et de process).
- 2) **Le concentré :** Il est préparé à partir du jus naturel qu'on concentre jusqu'à 70% de matière sèche dans des conditions sous vide.
- 3) **Huile essentielle**
- 4) **Pulpe**
- 5) **Sucre :** Le saccharose existe dans toutes les plantes contenant de la chlorophylle qu'il soit extrait de la canne ou de la betterave, la fabrication du « Sucre » ne fait appel qu'à des procédés d'extraction et de purification très simple, sans aucune adjonction d'additifs, ni de produits de synthèse.
- 6) **Le Gaz carbonique CO_2**



- ✓ **Matériel végétal** : La spiruline en poudre qui nous a été offerte par le Laboratoire de Technologie Alimentaire et de Nutrition Humaine de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Harrach, Alger.



Figure III.3 : La spiruline en poudre.

III.5.2. Matériel non biologique

- 1) **Verrerie et appareillage** : voir annexe N° 1.
- 2) **Milieux de culture** : voir annexe N° 2.
- 3) **Réactifs et solutions** : voir annexe N° 3.

III.6. Méthodes :

III.6.1. Echantillonnage :

Notre étude a portée sur l'analyse de la protéine, lipide, sucre, physicochimique, microbiologique et organoleptique sur la boisson Orangina.

Nous avons préparé une boisson gazeuse enrichie en utilisant de différentes doses de spiruline.

Pour cette boisson nous avons préparé 3 échantillons avec des doses différentes de la spiruline, dans la composition de chaque échantillon est la suivante :

Tableau III.2 : Les différentes doses de spiruline .

Echantillon	Composition	Volume de boisson (L)	Dosage de spiruline (g)



E 01	1	0,25
E 02	1	0,5
E 03	1	0,75

III.6.2.Méthodes d'analyses physico chimiques :

Les analyses physicochimiques effectuées selon les méthodes officielles normalisées par (AFNOR, 1986).

III.6.2.1. Analyses physico-chimiques effectuées sur l'eau :

III.6.2.1.1.Détermination du Titre Alcalimétrique (TA) : NF T91-036 [*Mode opératoire, laboratoire d'Orangina*]

- ✓ Le titre alcalimétrique ou TA permet de connaître la teneur de l'eau à analyser en hydroxydes et seulement la moitié de la teneur en carbonates et un tiers des phosphates présents.
- ✓ **Définition :** Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l'eau en hydroxydes et carbonates selon la formule suivante :

$$TA = (OH^-) + 1/2(CO_3^{2-})$$

- ✓ **Principe :** Cette technique est basée sur la neutralisation d'un volume d'eau par un acide sulfurique où HCl 0,1 N en présence d'un indicateur coloré.
- ✓ **Mode opératoire :** Dans un bécher 200ml, on met 100 ml d'eau à analyser, on ajoute 1 à 2 gouttes de phénophtaléine comme indicateur coloré, une coloration rose doit se développer si la réaction est positive.

Dans le cas contraire où la solution est incolore le TA est nul.

Dans le cas où la réaction est positive on verse doucement l'acide sulfurique dans un bécher à l'aide d'une burette en agitant constamment, et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution.



- ✓ **Expression des résultats :**

$$TA=V$$

Avec :

TA : Titre alcalimétrique en °F.

V : Volume d'acide sulfurique en ml pour obtenir le virage.

III.6.2.1. 2. Titre alcalimétrique complet ou TAC : NFT90-036[*Mode opératoire, laboratoire d'Orangina*]

- ✓ Le titre alcalimétrique complet(TAC) permet de connaître la teneur total en hydroxyde, carbonate, hydrogénocarbonate alcalino-terreux selon la formule suivante :

$$TAC= (OH^- + 1/2(CO_3) + (HCO^{-3}))$$

- ✓ **Mode opératoire :** On utilise l'échantillon traité précédemment ou le prélèvement primitif s'il n'y a pas de coloration auquel on ajoute 2 gouttes de solution de méthyleOrange et on titre un nouveau avec la même solution acide sulfurique jusqu'au virage du jaune ou jaune orange.
- ✓ **Expression des résultats :** Le résultat du TAC et donner par lecture directe sur la burette du volume de l'acide sulfurique utilisé pour le titrage.

$$TAC=V \times 0.5$$

Avec :

TAC : titre alcalimétrique complet en °F

V : Volume de l'acide sulfurique en ml versé depuis le début du dosage.



III.6.2.1. 3. Détermination de titre hydrométrique TH de l'eau : (AFNOR ,1986)[Mode opératoire, laboratoire d'Orangina]

- ✓ Cette méthode permet de doser rapidement les trois ions de calcium et de magnésium, Le titre TH représente la dureté totale de l'eau exprimé par la présence des sels de calcium et de magnésium.
- ✓ **Principe** : C'est une méthode qui consiste à doser un volume d'eau avec le sel disodique d'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA), en présence indicateur coloré :Le noir Erichrome T (NET), à 0.5 % et la solution tampon ammoniacal.
- ✓ **Mode opératoire** : On prend 50ml d'eau auxquels on ajoute 5ml de solution tampon ammoniacal et quelques gouttes de l'indicateur coloré NET ; le mélange est titré par la solution éthylène diamine tétra-acétique (EDTA) (0.01N) jusqu'à de la couleur de violet au bleu.
- ✓ **Expression des résultats** :

$$TH = v \times 2$$

Avec : **TH** : titre hydrométrique en °F

V : volume de la solution **EDTA** utilisé pour titrage en ml

III.6.2.1. 4. Détermination des chlorures (Cl^-) : (NF T90-014)[Mode opératoire, laboratoire d'Orangina]

- ✓ **Méthode de Mhor** : Doser les chlorures qui sont l'ensemble de chlore sous forme Cl^- ou NaCl en solution.
- ✓ **Principe** : Les chlorures sont doser en milieu neutre, par solution de nitrate d'argent ($AgNO_3$), ce titrage est fait en présence de bichromate de potassium comme indicateur coloré, la fin de la réaction est indiqué de la teinte rouge caractéristiques du chromate d'argent.
- ✓ **Mode opératoire** : On introduit 100 ml d'eau à analyser dans une fiole conique de 250 ml, On ajoute 10 gouttes de bichromate de potassium (K_2CrO_4) à 10 %. On titre avec la solution de nitrate d'argent ($AgNO_3$) à 0,1N jusqu'au virage du jaune au rouge brique.
- ✓ **Expression du résultat** :



$$Cl^{-} = V \times 35,5$$

Avec :

Cl^{-} : Le volume de nitrate d'argent utilise pour titrage en ml

35,5 : la masse moléculaire de chlorure

Les chlorures sont exprimés en mg de Cl^{-} par titre d'eau

III.6.2.1. 5. Détermination des chlorures libre (méthode par comparateur palintest) : (NFT90-037) [*Mode opératoire, laboratoire d'Orangina*]

- ✓ **La détermination du chlorure libre** : (Cl_2) qui représente association de deux molécules de chlore, (Cl^{-}) Pour donner une substance active de chlore.
- ✓ **Principe** : La comparateur palintest fonctionne avec des disques colorés interchangeable, il sert à comparer la couleur obtenue dans le test avec des cellules (couleurs à du disque coloré).
- ✓ **Mode opératoire** : On remplit le tube avec l'échantillon jusqu'à la marque adéquate (10ml), on ajoute après la pastille de diethylparaphenylène diamine (DPD).

On place le tube traité au compartiment dans le comparateur afin de tenir compte de la couleur éventuelle de l'échantillon.

On se positionne face à une source de lumière blanche et on fait tourner le disque jusqu'à l'obtention de deux couleurs identiques.

- ✓ **Expression des résultats** : La présence du chlore libre se traduit par une coloration rosâtre.

Le résultat apparait directement dans le trou, sur le devant du boîtier.

III.6.2.1. 6. Mesure du pH : [*Mode opératoire, laboratoire d'Orangina*]

La mesure pH s'effectue en prolongeant l'électrode en verre dans un bécher contenant une quantité d'eau, et la lecture se fait directement sur le pH mètre.

III.6.2.2. Analyses physico-chimiques effectuées sur le concentré :

Pour effectuer ces analyses, on procède d'abord à des dilutions pour la mesure de l'acidité et le degré de brix.

III.6.2.2.1. Détermination de L'acidité Titrable : [*Mode opératoire, laboratoire d'Orangina*]



L'acidité du jus correspond principalement à la présence d'acide organique utilisés et principalement L'acide citrique, le Principe de la méthode consiste en un titrage de (acidité de 10ml de l'échantillon avec une solution d'hydroxyde de sodium (Na OH) 0,1N en présence d'un indicateur coloré qui est la phénolphtaléine à 1%, le point d'équivalence est déterminé lors de virage de la couleur vers le rose clair.

- ✓ **Principe :** Consiste à un titrage de l'acidité avec une solution d'hydroxyde de sodium **NaOH** en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré.
- ✓ **Mode opératoire :** Prélever 10 ml de jus dans un bécher, ajouter ensuite 1ml de phénolphtaléine tout en gérant verser à l'aide d'une burette la solution NaOH jusqu'à l'obtention d'une coloration rose, l'acidité est exprimée en gramme par litre selon la formule suivante :

$$\text{L'acidité} = V \times 0.64$$

Avec :

V : volume de NaOH.

0.64: Coefficient d'acidité.

Les Résultats obtenus sont exprimés en g/L.

- ✓ Pour effectuer ces analyses, on procède d'abord à des dilutions pour la mesure de l'acidité et le degré de brix.

III.6.2.2.2. Détermination de l'extrait soluble total : [Mode opératoire, laboratoire d'Orangina]

- ✓ L'indice de réfraction « Brix » permet de connaître le degré de pureté d'un liquide ou la dose de solide (matière sèche) dissoute dans une solution.
- ✓ 1°Brix = 1g de sucre dans 100g de boisson.
- ✓ **Dilution :** dans une fiole peser 5g du concentré, ajouter 20ml d'eau distillée, homogénéiser à l'aide d'une spatule pour une meilleure dissolution du concentré.
 - étalonner l'appareil avec de l'eau distillée (ajuster la valeur à 0).
 - appliquer une prise d'essai sur le prisme du réfractomètre en veillant à ce que le couvercle soit pressé l'un contre le prisme.
 - La prise d'essai doit couvrir uniformément la surface en verre.




- Effectuer la mesure conformément aux instructions opératoires de l'appareil utilisé
- Expression des résultats La valeur du Brix dans un gramme du concentré est donnée par la formule suivante :

$$\text{Brix} = \text{valeur obtenir} \times 4$$

Avec Le Brix est exprimé en ($^{\circ}\text{Brix}$).

Remarque :

5g du concentré 20ml d'eau
1gX (ml)



$$X = 4 \text{ ml}$$

III.6.2. 3. Analyses physico-chimiques effectuées sur le produit semi-fini, fini et fini enrichi en spiruline :

- 1) **pH** :selon la méthode décrite précédemment dans la section.
- 2) **Brix** : La même méthode précédente sauf pour l'expression des résultats qui se fait directement sur le réfractomètre car les produits semi fini et fini contiennent une quantité importante d'eau donc on ne va pas faire des dilutions.
- 3) **Acidité Titrable** : le même principe cité précédemment.
- 4) **Densité** :La densité c'est le rapport entre le poids d'un certain volume sur le même volume d'une boisson.
 - ✓ **Principe** : La densité de la boisson est mesurée à l'aide d'un densimètre qui nous donne une lecture directe.
 - ✓ **Mode opératoire** :
 - Verser la boisson dans une éprouvette.



- Plonger doucement le densimètre ou le retenant dans descente lorsqu'il a pris une position d'équilibre.
- Lire la valeur de la densité directement sur le densimètre.

III.6. 3. Méthodes d'analyses microbiologiques :

III.6. 3. 1. Préparation de la solution mère « SM » :

✓ Cas de produit liquide :

- **Dilution 10^{-2}** : introduire aseptiquement à l'aide d'une pipette un stérile ,1 ml de SM, dans un tube avis stérile contenant au préalable 9 ml de TSE, mélanger soigneusement et doucement.
- **Dilution 10^{-3}** : changer la pipette et prendre toujours aseptiquement, 1ml de la dilution 10^{-2} , dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml de TSE, mélanger soigneusement et doucement.
- **Dilution 10^{-4}** : changer la pipette et prendre toujours aseptiquement, 1ml de la dilution 10^{-3} , dans un tube avis stérile contenant au préalable 9 ml de TSE, mélanger soigneusement et doucement.

✓ Cas de produit solide :

la dilution mère « DM » égale 10^{-1} dont on introduire aseptiquement 25g de produit à analyser dans un flacon stérile contenant au préalable 225ml de TSE, homogénéiser pendant 6 à 8 in selon la texture de produit .

- **Dilution 10^{-2}** : introduire aseptiquement à l'aide d'une pipette stérile, 1ml de MD, dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9ml de TSE, mélanger soigneusement et doucement.
- **Dilution 10^{-3}** : changer la pipette et prendre aseptiquement, 1ml de la dilution 10^{-2} , dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9ml de TSE, mélanger soigneusement et doucement.

III.6. 3. 2. Recherche et Dénombrement des Germes aérobie Mésophile Totaux :[Mode opératoire, laboratoire d'Orangina]

✓ Mode opératoire :

- Préparer deux séries de boites de pétri.



- A partir des dilutions décimales allant de 10^{-1} , 10^{-3} porter aseptiquement à l'aide d'une pipette pasteur 1 ml dans une boîte de pétri vide préparée à cet usage et numérotée.
- Couler ensuite avec environ 15 ml de gélose Plant Count Agar (PCA) et homogénéiser le mélange par des mouvements circulaires et en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose, sur une surface fraîche et horizontale, laisser solidifier sur paillasse, puis incubées les boîtes couvercle en bas:
- **La série 1** : à 22°C pendant 72 heures.
- **La série 2** : à 37°C pendant 72 heures.
- **Lecture** : On retient pour le dénombrement que les boîtes contenant entre 15-300 colonies de couleur jaune et de formes lenticulaire, les résultats obtenus sont exprimés germes/ml de produit à analyser.
- Le calcul des micro-organismes par comptage des colonies se fait selon la formule suivante :

$$N = \frac{\sum c}{1,1 \times d}$$

Avec :

N : le nombre de micro-organismes.

$\sum c$: est la somme des colonies comptées sur les boîtes retenues.

d : est le taux de dilution correspondant à la première dilution.

Arrondir les résultats calculés à deux chiffres significatifs.

Exemple :

Un dénombrement des germes totaux a donné les résultats suivants :

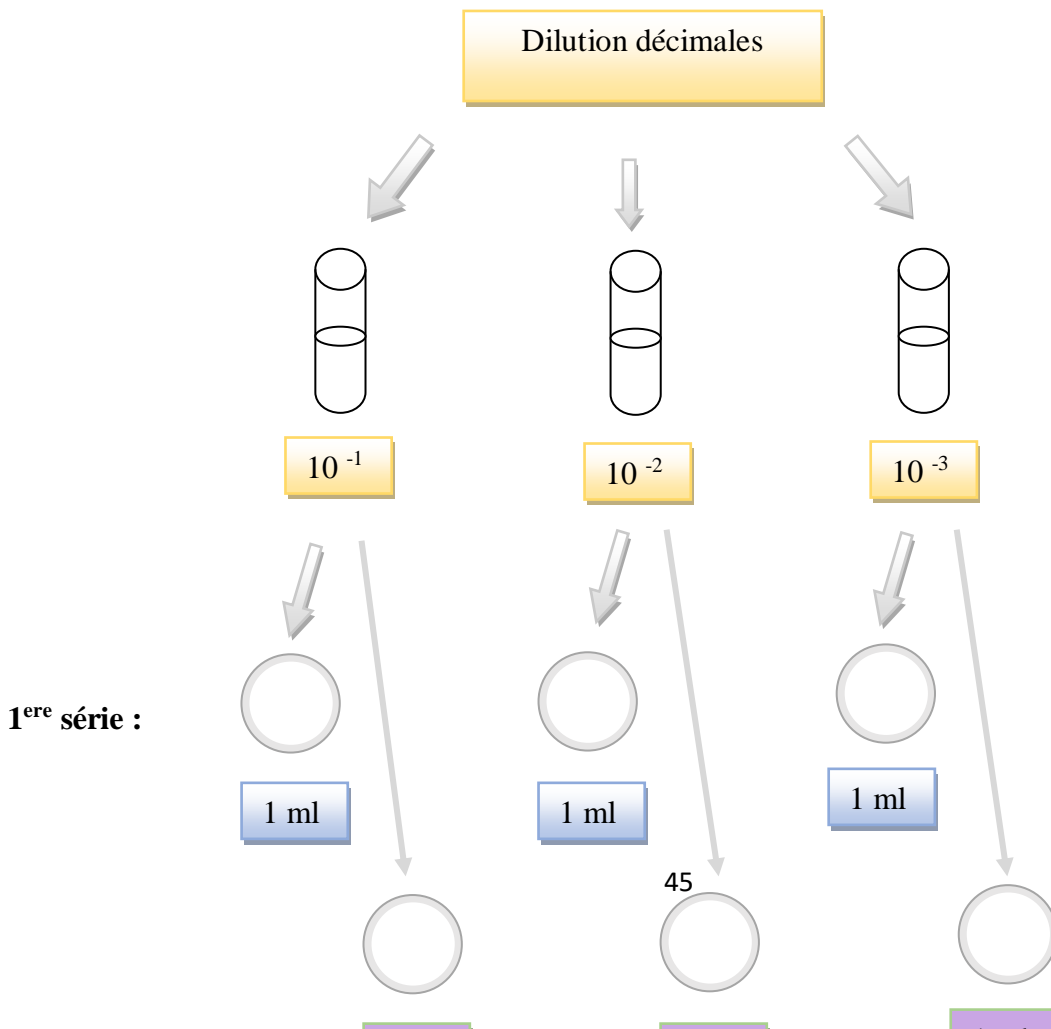
- A la première dilution retenue 10^{-2} : on a 158 colonies.
- A la seconde dilution retenue 10^{-3} : on a 14 colonies.

$$N = \frac{\sum c}{1,1 \times d} = \frac{158+14}{1,1 \times 10^{-2}} = \frac{172}{0,011} = 15636$$

Arrondir à deux chiffres significatifs, soit 16000 ou mieux : $1,6 \cdot 10^4$ Germes par ml ou par gr de produit.



La figure suivant, présenté les déférents étapes du mode opératoire pour la Recherche et Dénombrement des Germes aérobic Mésophile Totaux :





2^{ème} série :

:

Figure III.4 : Recherche et Dénombrement Des Germes Totaux dans l'eau.

Exemple sur la Dénombrement des colonies lenticulaires en masse :



Figure III.5 : Dénombrement Des Germes Totaux dans l'eau.

III.6. 3. 3. Recherche et Dénombrement des germes de Contamination fécale : [Mode opératoire, laboratoire d'Orangina]

✓ **Mode opératoire :**

- **Test présomptif :** Introduire 50ml d'eau à analyser dans un flacon contenant 50ml de BCPL (bouillon lactose au pourpre de bromocrésol) double concentration (D/C) et une cloche de Durham.
- Mettre 10ml d'eau dans 5 tubes contenant le BCPL double concentration (D/C).

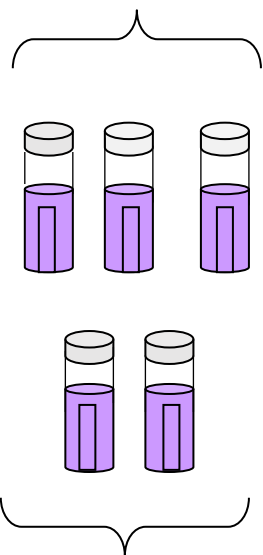


- Bien mélanger en agitant le flacon et les tubes.
- Incubé l'ensemble à 37°C pendant 24 à 48 heures.
- ✓ **Lecture :**
 - Le flacon et le tube considérés comme positifs sont ceux qui présentent un trouble du milieu accompagné d'un virage au jaune avec dégagement de gaz (1/10 de volume de cloche).
 - L'expression des résultats s'effectue par la méthode NPP (nombre le plus probable) par l'utilisation de la table de MAC GRADY pour obtenir le nombre de coliformes totaux présents dans 100ml d'eau.
- ✓ **Test confirmatif :**
 - A partir des tubes et des flacons positifs de BCPL, on repique 2 à 3 gouttes de tube positif dans un tube contenant le milieu Schubert + Cloche de Durham.
 - **Incuber** à 44°C pendant 24 heures.
 - **Lecture :** Après incubation on sélectionne les tubes présentant un trouble du milieu et un dégagement de gaz qu'on additionne de 3 à 4 gouttes de réactif de Kovacs.
 - Lorsqu'un anneau rouge apparaît, le test est considéré comme positif, traduisant l'existence de coliformes fécaux.
 - Le dénombrement se fait selon la table de NPP qui correspond au nombre des germes dans 100ml
 - Les tubes présentant un trouble du milieu et une pastille blanchâtre ou violette au fond du tube sont considérés comme positifs.
 - La lecture finale se fait selon la table des NPP.



Tube de milieu

BCPL (S /G) + cloche

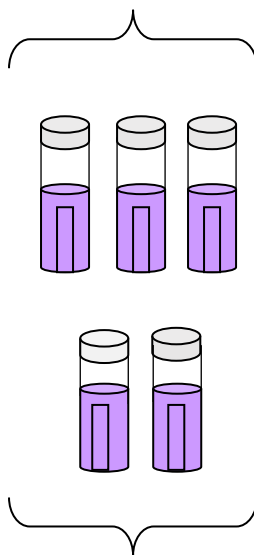


1ml d'eau à analyser

Dans chaque tube

Tubes de milieu

BCPL (D/C) +cloche

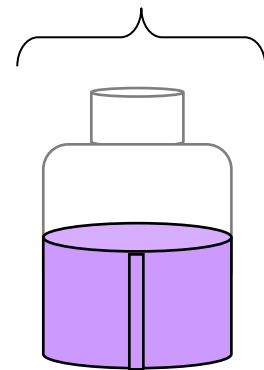


10 ml d'eau à analyser

dans chaque tube

Flacon de 50ml de BCPL

(D/C) + cloche



50 ml d'eau à analyser





Incubation à 37°C, 24 à 48h

hh

Gaz

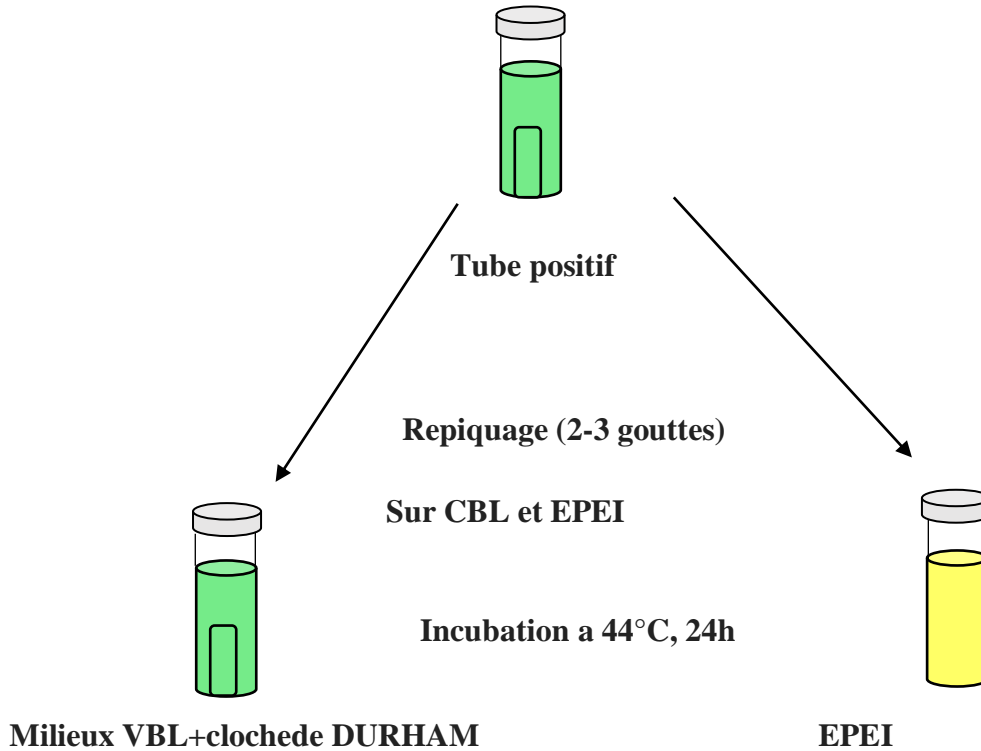
Trouble
microbien

Réaction négative

Réaction positive

Figure III.6 : Recherche des coliformes dans l'eau de process.

La figure suivante, présentée le test de confirmation :





Ajouter 2-3 gouttes du réactif de Kovacs

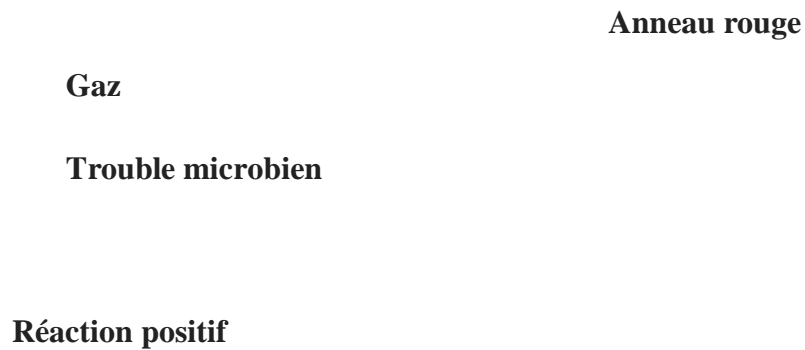


Figure III.7 : Recherche des coliformes fécaux.

III.6. 3. 4. Recherche des anaérobies Sulfite-Réducteur :

✓ **Objectif :**

Le dénombrement des spores d'anaérobies sulfite réducteur permet de déceler une présomption de la présence de *Clostridium perfringens* (« *C. perfringens* présomptif »).

Cette méthodologie est utilisée pour les microorganismes d'anaérobies stricts ou les microorganismes à métabolisme fermentaire dont le développement est favorisé par l'anaérobiose et aussi les spores d'anaérobies sulfite réducteurs

✓ **Principe :**

La méthodologie proposée permet la destruction des formes végétatives et le seul dénombrement des spores ayant résisté au traitement thermique. Les microorganismes anaérobies sulfite-réducteurs sporulent et sont capables de se développer en condition d'anaérobiose et de manifester des propriétés sulfite-réductrices. Le milieu VF contient de l'amidon qui favorise la germination des spores, du sulfite qui est réduit en sulfure qui précipite avec les ions ferriques en formant un précipité noir. Outre la thermo-résistance des spores, la sélection est basée sur la culture en anaérobiose stricte.



✓ **Mode opératoire :**

Au moment de l'emploi faire fondre un flacon de gélose viande foie, le refroidir dans un bain à 45°C puis ajouter une ampoule d'alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium. Mélanger soigneusement et aseptiquement.

Le milieu est ainsi prêt à l'emploi, mais il faut le maintenir dans une étuve à 45°C jusqu'au moment de l'utilisation.

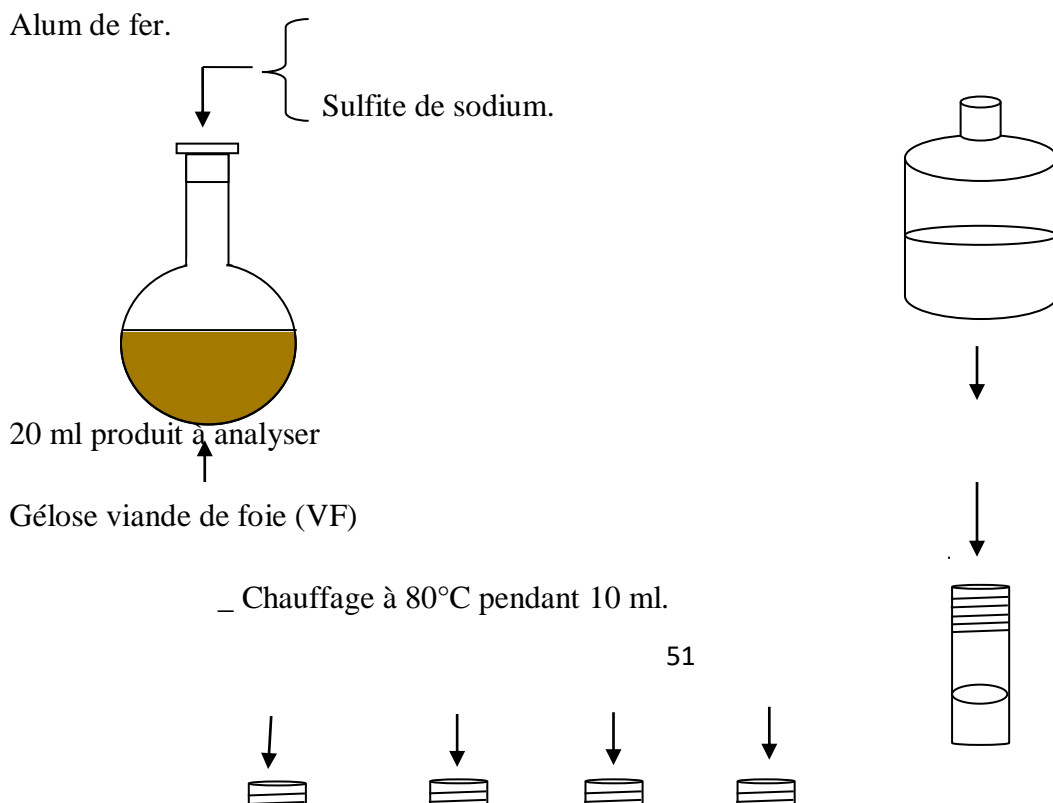
✓ **L'ensemencement :**

Introduire dans des tubes stériles 1 ml de la solution mère, 1 ml de la dilution 10^e la dilution 10⁵ ml dans le cas de l'eau.

Porter les tubes au bain marie à 80°C, pendant 8 à 10 min puis à un refroidissement immédiat sous l'eau de robinet, dans le but d'éliminer les formes végétatives et de garder uniquement les formes sporulées. À partir de ces dilutions, porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution dans des tubes vis stérile, puis ajouter environ 15 ml de gélose VF prêt à l'emploi, dans chaque tube „Dans le cas de l'eau, répartir le contenu de tube dans quatre tubes différents stériles, à raison de 5 ml par tube. Ajouter environ 18 à 20 ml de gélose VF, Mélanger doucement le milieu et l'inoculum, et laisser solidifier pendant 30 min.

✓ **Incubation :** Ces tubes seront ainsi incubés à 46 °C pendant 16, 24 ou plus tard 48 heures.

✓ **Lecture :** Retenir pour le dénombrement les tubes contenant des colonies entourées d'un précipité de sulfure de fer.





- _ Refroidissement brutal sous l'eau de robinet.
- _ Répartir les 20 ml à raison de 5 ml par tube.

- _ Ajouter environ 15ml de gélose VF fondu et refroidi.
- _ Laisser solidifier, puis incuber à 46°C pendant 16, 24, 48 heures.

Sporenoir

Figure III.8 : Recherche et dénombrement de Clostridium sulfito réducteur dans l'eau et les denrées alimentaires.

III.6. 3. 5. Recherche et Dénombrement Des Streptocoques Fécaux :

✓ **Mode opératoire :**

- **Test présomptif :**

Dans un flacon contenant 50 ml de bouillon de Rothe, (D/C) on introduit 50 ml d'eau à analyser.

Dans 5 tubes de bouillon de Rothe (D/C), on verse 10 ml d'eau à analyser dans chaque tube.

Dans 5 autres tubes de milieu de Rothe (S/C), on introduit 1 ml d'eau à analyser dans chaque tube.

- **L'incubation** se fait à 37°C pendant 48 heures, le flacon et les tubes considérés comme positifs sont ceux qui présentent un trouble et donc on procède au test Mac- Kenzie.

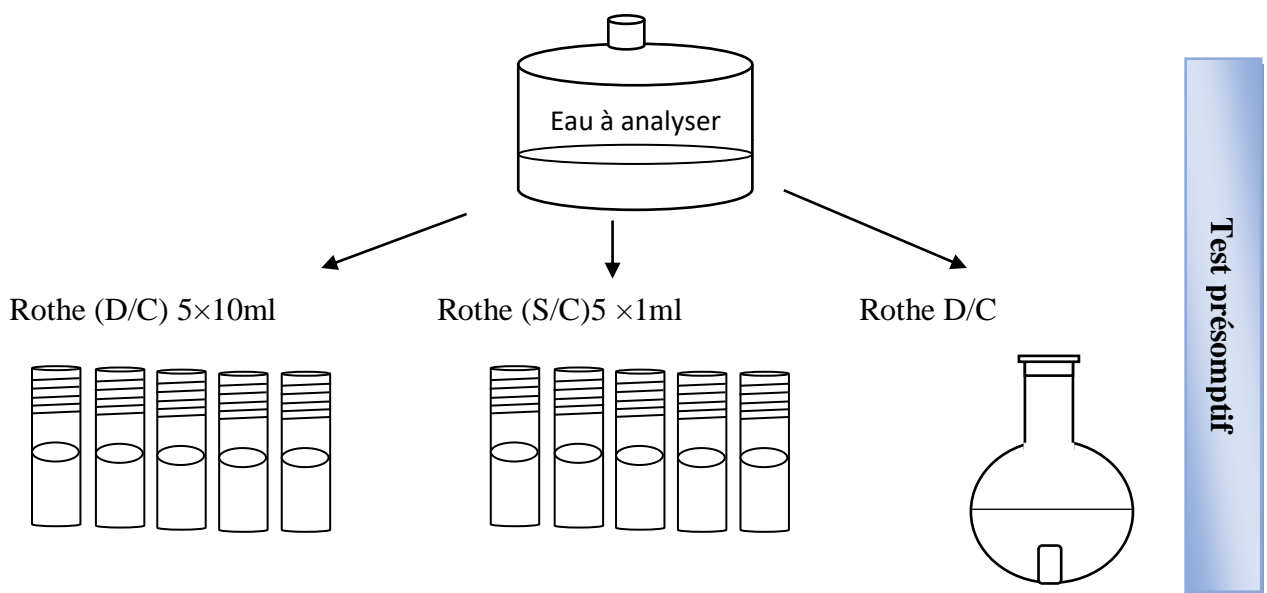
- **Test confirmatif :**

A partir des tubes positifs prélever 3 à 4 gouttes et les repiquer dans un tube contenant le milieu EVA Litsky, homogénéiser puis incuber à 37°C pendant 24 heures.

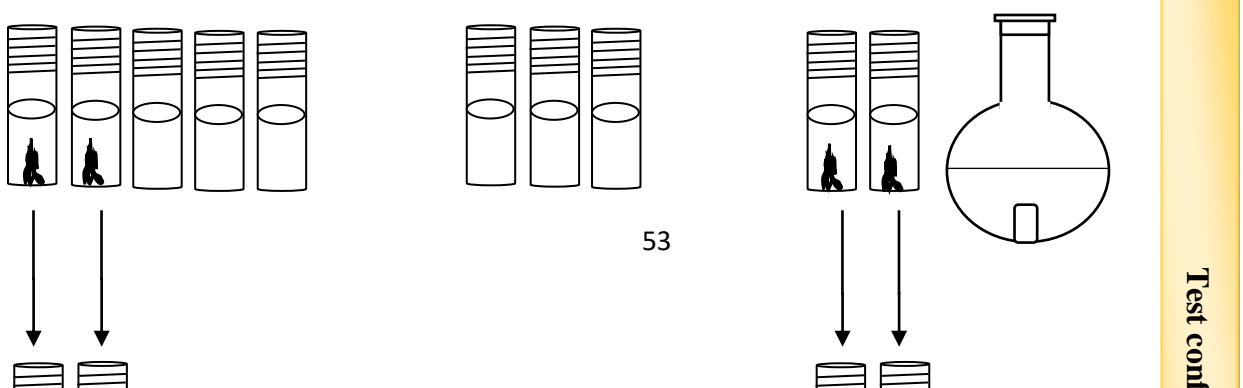
✓ **Lecture :**



- Les tubes présentant un trouble du milieu et une pastille blanchâtre ou violette au fond du tube sont considérés comme positifs.
- La lecture finale se fait selon la table des NPP.



Incubation à 37°C pendant 24 à 48 heures





Apparition de trouble

Repiquage en milieu EVA LITSKY 3 à 4 gouttes

Incuber à 37°C pendant 24 heures

(+) (+) Trouble B + Pastille violette au fond de tube (+)(0)

Figure III.9 : Recherche des streptocoques fécaux.

III.6. 3. 6. Recherche et dénombrement des levures et moisissures :

Les levures sont des champignons unicellulaires que les moisissures des champignons filamenteux unis ou multicellulaires.

- ✓ **Méthode de recherche et dénombrement :** Les levures et moisissures ce sont des agents de dégradation des produits acides, ils provoquent des changements du gout et de texture des boissons gazeuses.
- ✓ **Principe :** La recherche se fait sur milieu solide Sabourand.
- ✓ **Mode opératoire :**
 - couler dans chacune des cinq boites de pétri, 20ml de gélose Sabourand fondus puis refroidie à 45°C.
 - introduire quatre gouttes de dilution décimales 10^{-1} , 10^{-2} et 10^{-3} dans des boites de pétries.
 - Etaler les gouttes à l'aide d'un râteau stérile.
 - La 4^{ème} boite témoin de TSE.



- la 5^{ème} boîte témoin Sabourand.
- ✓ **Incubées** à 22°C pendant 5 jours.
- ✓ **Lecture** : lecture et dénombrement tous les jours.
 - Les levures forment des colonies mates ou brillantes, ressemblent aux colonies bactériennes.
 - Les moisissures forment des colonies filamenteuses, à l'aspect velouté.
 - Les résultats finals sont exprimés en nombre de germe par ml de la boisson.

Chapitre IV

Résultats et *Discussion*

IV.1. Analyses physico-chimiques :

IV.1. 1. Résultats des analyses physico-chimiques de L'eau de procès :

Les résultats des analyses physicochimiques de l'eau sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau IV.1:Résultats des analyses physicochimiques effectuées sur l'eau.

Paramètres	Moyenne±ET	Normes*
TA (°F)	0±0	0
TAC (°F)	7,16±1,85	(0-40)
TH (°F)	10,8±3,46	(0-28)
CL ₂ (mg /l)	0±0	0
pH	7,06±0,11	(6,8-8)
*Limite critique : selon les normes d'ORANGINA		

Les résultats du tableau ci-dessus montrent que :

- ✓ Le TA et le CL₂ montrent une valeur nulle ce qui est conforme à la norme de l'entreprise.
- ✓ Le TAC a montré une valeur de 7,16±1,85 sont aussi conformes aux normes.
- ✓ Le TH a quant à lui montré une valeur de 10,8±3,46, elle est conforme aux normes, Concernant le pH, la valeur est 7,06± 0,11,

Cette conformité est due à l'efficacité des traitements effectués sur l'eau et confirme aussi la bonne qualité physicochimique de l'eau de procès destinée à la fabrication de boisson.

IV.1. 2. Résultats des analyses physico-chimiques du concentré de jus d'orange :

Les résultats des analyses physicochimiques du concentré sont portés dans le tableau suivant :

Tableau IV.2 : Analyses physico-chimiques du concentré de jus d'orange.

Paramètre	moyenne \pm ET	Normes *
Acidité (g/l)	2,39 \pm 0,02	2,36- 3
Brix(°Brix)	63,33 \pm 0,58	62 - 65
pH	3,16 \pm 0,06	3-3,3
*Limite critique : selon les normes d'ORANGINA		

Les résultats des paramètres physicochimiques du concentré des trois échantillons analysés montrent que :

- ✓ L'acidité a montré une valeur de 2,39 \pm 0,02 ;
- ✓ Le concentré présente un pH de 3,16 \pm 0,06 alors que la valeur de Brix est 63,33 \pm 0,58 tous les deux proches de la Norme de l'SPA djegagen.

Cette conformité est le résultat d'un bon conditionnement du concentré depuis leur pays d'origine, Ainsi la bonne qualité physicochimique du concentré est garantie.

IV.1. 3. Résultats des analyses physicochimiques du produit semi fini :

Les résultats des analyses physicochimiques du produit semi fini sont résumés dans le tableau IV. 3.

Tableau IV.3 : Résultats des analyses physicochimiques du produit semi fini.

Paramètre	Moyenne±ET	Norme*
Acidité (g/l)	2,51±0,07	2-4
Brix (°Brix)	39,99±1,49	36-44
pH	3,49±0,05	3-4
*Limite critique : selon les normes d'ORANGINA		

Les résultats des paramètres physicochimiques du produit semi fini montrent que :

- ✓ L'Acidité a montré une valeur de 2.51±0,07 ;
- ✓ l'extrait soluble total obtenu est 39,99±1,49 ;
- ✓ le pH est marqué avec une valeur de 3,49±0,05.

Ces moyennes contrôlées répondent parfaitement aux normes imposées par l'SPA Djegagen, La conformité de tous ces résultats affirme le respect des doses de la recette lors de les réparations des échantillons. Ainsi, le produit peut être pasteurisé et conditionné.

IV.1. 4. Résultats des analyses physicochimiques du produit fini :

La vérification de la conformité du produit fini du point de vue physicochimique est obligatoire car il est destiné directement à la consommation. Cette vérification permet de s'assurer qu'aucun défaut n'est survenu pendant le conditionnement, à titre d'exemple, le changement du goût, ou encore de la couleur du produit suite à un long passage dans le pasteurisateur.

Les résultats des analyses physicochimiques du produit fini sont résumés dans le tableau IV.4.

Tableau IV.4 : Résultats des analyses physicochimiques du produit fini.

Paramètre	Moyenne±ET	Normes*
Acidité (g/l)	2,51±0,06	2-4
Brix (°Brix)	12±0	12
Densité	1,04±0,1	1,04-1,06
pH	3,49±0,05	3-4
*Limite critique : selon les normes d'ORANGINA		

Les résultats des paramètres physicochimiques du produit fini montrent que :

- ✓ L'Acidité a montré une valeur de 2,51±0,06 , elle est conforme aux normes de l'entreprise
- ✓ la valeur de Brix est (12), proche de la norme de l'SPA djegagen,
- ✓ Le produit fini présente une densité de 1,04±0,1.
- ✓ la valeur de pH3,49±0,05, tous ces moyennes contrôlés repondent parfaitement aux normes imposés par l'entreprise.

D'après ces résultats obtenus on peut dire que cette conformité s'explique par la bonnemaitrise de processus de fabrication, Ces échantillons sont validés pour le stockage ou lalivraison.

IV.1. 5. Résultats des analyses physicochimiques du produit fini enrichi en spiruline :

Les résultats des analyses physicochimiques du produit fini enrichi en spiruline sont résumés dans le tableau IV.5.

Tableau IV.5 : Résultats des analyses physicochimiques du produit fini enrichi en spiruline.

Paramètre Echantillons	Acidité (g/l)	Brix (°Brix)	pH
E1(0,25)	2,56	12	4
E2(0,5)	2,24	12	4
E3(0,75)	2,43	12	4

D'après les résultats obtenues nous remarquons que :

- ✓ Les valeurs de pH et de Brix sont identiques, 12 pour le Brix et (4) pour le pH.
- ✓ Concernant l'Acidité les valeurs sont presque les même qui varie de (2,24–2,56).

Les résultats des analyses physico-chimiques (Acidité, Brix et pH) confirment la stabilité et la bonne qualité physicochimique du produit fini (témoin) et du produit fini enrichi en spiruline, donc la spiruline n'a pas influencé les paramètres physico-chimiques de ce produit.

IV.2. Résultats des analyses microbiologiques :

IV.2 .1. Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process :

L'eau est un élément très important dans les industries agro-alimentaire, utilisée comme élément pour le lavage, nettoyage, ainsi que pour la reconstitution. Sa qualité microbiologique peut affecter directement sur la qualité microbiologique du produit fini.

Les résultats des analyses microbiologiques effectués sur l'eau de process sont portés dans le tableau IV.6.

Tableau IV.6 : Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process.

Analyses	Moyenne ± ET	Norme*(UCF/ml)
Germes aérobies 37°C	Abs±0	<20
Germes aérobies 22°C	Abs	<10²
Coliforme Totauxx /g	Abs	<10
coliformes Fécauxx /ml	Abs	Absence
Streptocoques	Abs	Absence
Anaérobies sulfito-réducteur	Abs	Absence
* : Le journal officiel de la république algérienne N°35 de 1998. Abs : Absence.		

Les résultats microbiologiques de l'eau de process montrent une absence totale des germes pathogènes et non pathogènes, ce qui résulte une conformité aux normes de (*JORA, 2017*).

Cette absence indique l'efficacité du traitement appliqué (la chloration) pour la destruction des germes présents dans l'eau ainsi qu'un temps de contact satisfaisant pour la destruction des germes présent dans l'eau. (*Potelon et zysman, 1998*).

IV.2 .2.Résultats des analyses microbiologiques de boisson fini :

Les résultats des analyses microbiologiques de boisson finie sont montrés dans le tableau IV.7.

Tableau IV.7 : Résultats des analyses microbiologiques de boisson fini

Analyses	Moyenne ±ET	Normes*
Germes aérobies 30°C	Abs ±0	Abs
Levures/1l	Abs ±0	10-10²
Moisissures/ 100 ml	Abs±0	10-10⁻²
* : Le journal officiel de la république algérienne N°35 de 1998. Abs : Absence.		



D'après les résultats présentés dans le tableau, on peut dire que le produit a une qualité microbiologique satisfaisante et cela est dû à l'application des bonnes pratiques d'hygiène au niveau de la pasteurisation et du conditionnement (bonne étanchéité de l'emballage).

Pour les levures, selon le journal officiel N°35 de 1998 ne doivent pas dépasser 20 germes dans 1 litre de jus d'orange et on a trouvé une absence totale pour les trois échantillons et on a observé le même résultat pour les Moisissures qui ne doivent pas dépasser 10 germes dans 100 ml (selon le journal officiel N°35 de 1998) qui veut dire la bonne qualité microbiologique de la boisson.

IV.2 .3. Résultats des analyses microbiologiques de boisson finie enrichi en spiruline :

Les résultats des analyses microbiologiques de produit fini enrichi en spiruline sont montrés dans le tableau IV.8.

Tableau IV.8 : Résultats des analyses microbiologiques de produit fini enrichi en spiruline.

Analyses Echantillons	Germes aérobies 30°C	Levures/1l	Moisissures/ 100 ml
E1	Abs	Abs	Abs
E2	Abs	Abs	Abs
E3	Abs	Abs	Abs
Normes*	Abs	<20	<10

* : Le journal officiel de la république algérienne N°35, Mai 1998.

Abs : Absence.

E1 : 1 litre de boisson d'Orangina avec 0,25g de la spiruline.

E2 : 1 litre de boisson d'Orangina avec 0,5g de la spiruline.

E3 : 1 litre de boisson d'Orangina avec 0,75g de la spiruline.



Les résultats représentés dans le tableau IV.8 montrent une absence totale de toute catégories de germes ce qui affirme que cette boisson enrichi en spiruline est de bonne qualité microbiologique et que la spiruline n'a pas contaminée ce dernier.

IV.3. Résultat des analyses Organoleptique et comparaison entre boisson ORANGINA et boisson enrichie en spiruline :

La dégustation a pour objectif de comparer entre les boissons (boisson témoin d'ORANGINA et la boisson enrichi en spiruline avec dose de spiruline 0,5g/L).

Tableau IV.9 : Résultat des analyses Organoleptique.

Caractère	Note% spiruline	Note% ORANGINA
Analyse visuelle		
Couleur	35 (Bon)	50 (très Bon)
L'limpidité	60 (moyen)	40 (Bon)
Analyse Olfactive		
Odeur	50 (Bon)	40 (moyen)
Arome	45 (Bon)	30 (moyen)
Analyse gustative		
Gout	55 (très bon)	50 (Bon)
Consistance	50 (Bon)	50 (Bon)
Acidité	50 (Bon)	45(moyen)
Equilibre	45 (moyen)	40 (moyen)

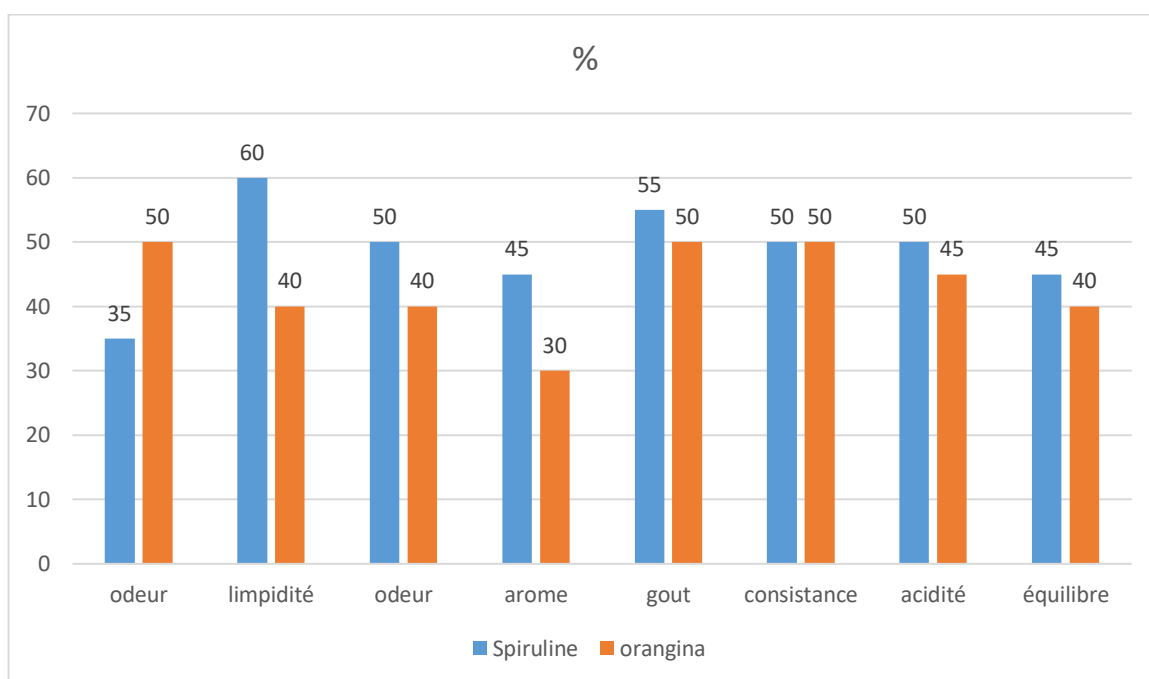


Figure IV.1 : Résultat des analyses Organoleptique.

IV.4. La valeur nutritionnelle

La valeur nutritionnel consiste à mesurer l'utilité d'un aliment du point de vue de la nutrition c'est-à-dire son apport en nutriments.

Teneur en protéines effectué par laboratoire d'analyse physico chimique de **PISTA**.

Teneur en lipide et la teneur en sucre effectue par **ALTESSE** (laboratoire de contrôle de qualité et de conformité).

IV.4.1. La valeur nutritionnelle de boisson enrichie en spiruline

Le tableau suivant représente les résultats des analyses de la valeur nutritionnelle de boisson enrichie en spiruline (0,5g/L).

Tableau IV.10 : La valeur nutritionnelle de boisson enrichie en spiruline.

	Teneur en protéines(g/l)	Teneur en lipide%	Teneur en sucre(g/l)
Jus enrichi (0.5 g/L)	0.302	0.009	108
Méthodes	kjeldahl	Extraction SOXHLET	BERTRAND

IV.4.2. La valeur nutritionnelle de boisson ORANGINA :

Le tableau suivant représente les résultats des analyses de la valeur nutritionnelle de boisson ORANGINA.

Tableau IV.11 : La valeur nutritionnelle de boisson ORANGINA.

	Teneur en protéines (g/l)	Teneur en lipide%	Teneur en sucre (g/l)
Boisson ORANGINA	0.011	0.010	114
Méthodes	Kjeldahl	Extraction SOXHLET	BERTRAND

IV.4.3. Comparaison entre la valeur nutritionnelle de boisson ORANGINA et de boisson enrichie en spiruline:

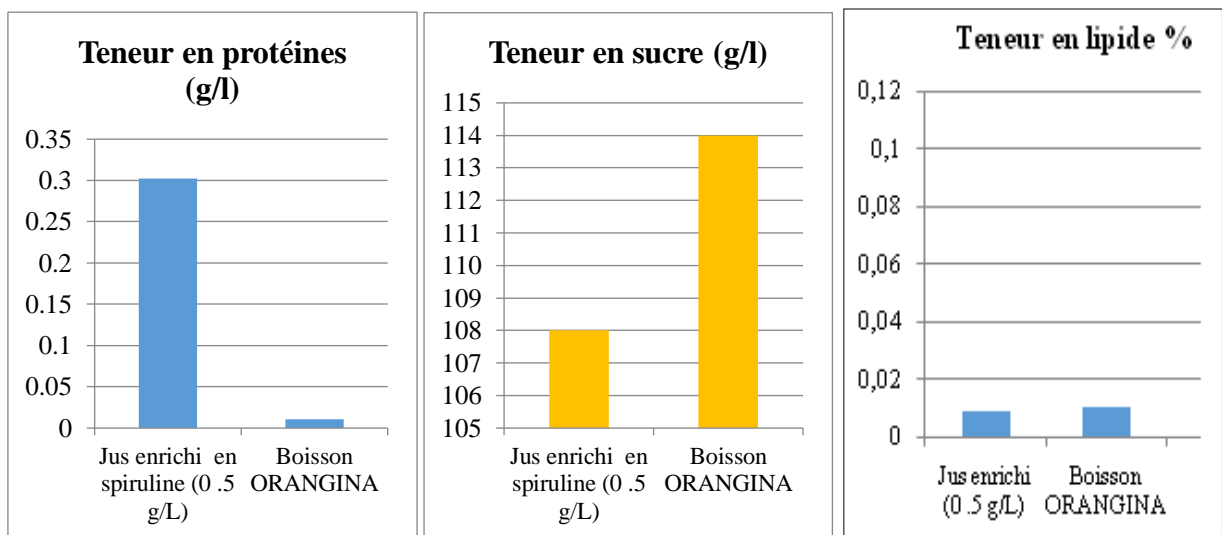


Figure IV.2 : Comparaison entre la valeur nutritionnelle de boisson ORANGINA et de boisson enrichie en spiruline.

Montre que la fortification de boisson par la spiruline avec la dose (0.5g/l) a un effet positif sur la valeur nutritive, nous observons l'augmentation de la teneur en protéines.

La teneur en lipides n'a pas changé en la comparant avec la boisson ORANGINA.

Concernant la teneur en sucre on observe une légère diminution par rapport à la boisson ORANGINA.

Donc la spiruline est très riche en protéines.

**IV.5.La valeur marchande :**

Ce tableau présente les prix de la boisson ORANGINA avant et après l'enrichissement en spiruline :

Tableau IV.12 : La valeur marchande.

Volume de boisson	Prix de B.ORANGINA (da)	Prix de B. Enrichie (da)
Bouteille de 25cl	50	60
Bouteille de 33cl	60	65
Bouteille de 1 litre	110	150
Bouteille de 2 litre	150	230

Conclusion Générale

CONCLUSION GENERALE:

En Algérie la fabrication de boisson a base de concentré s'est développé considérablement ces dernières années, les fruits utilisé pour fabrication de concentré sont variés tels que les fruits exotique et les agrumes, parmi ces dernières l'orange qui est un aliment de grande qualité par sa richesse en nutriments indispensable a l'organisme tel que la vitamine C.

Le présent projet a eu pour but la mise au point d'une boisson d'orange avec de haute valeur nutritionnelle en vue de la préparation d'une boisson ainsi que les boissons fonctionnelle. Alliée de la santé, elle est pourrait être une source de plusieurs vitamines et acide aminé essentiels au bon fonctionnement de l'organisme.

Notre choix s'est tourné vers orientai l'enrichissement de la préparation de boisson d'orange avec la spiruline, tout en respectant les paramètres physico-chimiques, microbiologiques, et organoleptiques fixé par SPA djegagen.

Au regard des résultats notés précédemment, nous avons confirmés que la matière première (l'eau de procès, le jus concentré) possède des caractéristique physico - chimique et microbiologiques satisfaisante, aussi le procès de fabrication s'est montré parfaitement adapté a la production de cette boisson (assai d'enrichissement de la boisson avec la spiruline).

La boisson gazeuse est de bonne qualité physico - chimique et microbiologique , dû au bon choix des matières premières et à l'efficacité de la pasteurisation , ce qui n'offre aucune chance de subsistance aux germes pathogènes , Du point de vue expérimentale , les analyses effectuées des matières premières jusqu'au produit fini sont conformes aux normes exigées par le JORA N ° 39 Mai 2017.

Notre boisson enrichie à la spiruline a conservé toutes ces qualités physicochimiques et microbiologiques.

Quant au test organoleptique effectué. Il montre que les jurys de dégustation a préféré l'échantillon de boissons enrichir (0,5 g/L).

Concernant les résultats de la valeur nutritionnelle, la teneur en protéines a augmenté par rapport à celle de boissons non enrichi. Cette analyse a mis en évidence un jus avec une valeur nutritionnelle importante.

Au terme de notre expérimentation les résultats de l'essai de l'enrichissement de la boisson gazeuse avec 0,5 g/L de spiruline nous laisse très optimiste quant a la formulation d'une boisson fonctionnelle, tout de même souhaitable de poursuivre les recherches a traverse :

- ✓ une étude économique sur le coût de ce produit
- ✓ prolongation de la DLUO de la boisson
- ✓ L'industrialisation de boisson d'orange enrichie par la spiruline
- ✓ L'utilisation d'un aditif pour éviter la précipitation de la spiruline
- ✓ L'élargissement de champ de production de la spiruline en Algérie
- ✓ La commercialisation des boissons autant qu'une boisson de récupération et énergétique naturelle saine recommandé pour les sportifs



Références bibliographiques :

Aguenoun K , Boutaoui R ,2016 (Essai de fabrication d'une boisson gazeuse aromatisée à l'extrait de cola et suivi de leur stabilité) . mémoire de master , Université Saad Dahleb Blidaa 1 .P22.

Azabji K, and collègues., (2011). [Potential of Spirulina Platensis as a Nutritional Supplement in Malnourished HIV-Infected Adults in Sub-Saharan Africa: A Randomized, Single-Blind Study.](#) Nutrition and Metabolic Insights 2011

All M.G., Dankoko B., Badiane M., EhuaE et Kuwakuwi N., (1999).La Spiruline, Une Source Alimentaire à Promouvoir, Laboratoire de Chimie Thérapeutique, Dakar, Sénégal, Article 46.(2)

Algosopette, (2017) LA PEAU, LES CHEVEUX, LES ONGLES avec Spiruline.
<http://www.algosopette.com/association/spiruline-redactionnel-30.html> Consulté le 7.6. 2020

Bellahcen, T. O .Bouchabchoub,A.Massoui,M et Yachioui, M. E(2013). Culture et production de spirulina platensis dans les eaux usées domestiques , LARHYSS J. ISSN 1112-3680, 14p.

Antenna Technologies,(2012). Un module d'apprentissage pour la production de spiruline.

Alias, C., Dunod., Miclo, L. (2003).Biochimie Alimentaire, 5eme édition de l'abrégé, DUNOD,235p.

BOUDRA A. (2007). Industries des boissons et de jus de fruits, Recueil des fiches sous sectorielles.

BODIN M., ABTROUN A., BOUDRA A., JOLIBERT F., TIRARD A. et TOUAIBA H. (2005). Etude de la filière boissons, Euro développement pme Alger.

BADOU ET BAUER, 2001 : les boissons, école polytechnique de lausanne.

Belay A., (1997). Mass culture of Spirulina platensis - The Earth rise farms Experience In "Spirulina platensis (Arthrospira)" Ed. Avigad Vonshak, Taylor & Francis, Londres, pp 131-158.

BANKS J., 2007. Etude de la Spiruline au Palacret, Etudier la Faisabilité de la Mise en Place d'une Filière Spiruline sur le site du Palacret, dans les Côtes d'Armor, Manuel.

Benamara, S. Agougou, A. (2003). Jus Alimentaire. Ed :2.01.4280. Office des Publications Universitaires. 122P.

Benaich Jacque, R, (2001). Jus d'orange concentrés, technique d'ingénieur, traite agro-alimentaire, Paris 2001.

Bradbury J., Lobstein T., Lund V. (1996) Functional foods examined. The health claims

being made for food products and the need for régulation. London, The food commission.

Forum sur les aliments fonctionnels, (1998) Palais de l'Europe Strasbourg, France, organisé par la Division de l'Accord partiel dans le domaine social et de la santé publique P49

Casal Alain .la Spirulina pour les animaux.

CASAL, A., 2019. L'Aliment Idéal et le plus Complet de Demain, Site web, www.spirulinefrance.fr

Chow, W. S.(1996).Photoprotection and Photoinhibitory Damage », in Advances in Molecular and Cell Biology, vol. 8, E. Edward Bittar and J. Barber, 1994, 151p.

Choudhury, N. K. et Behera, R. K(2001). Photoinhibition of Photosynthesis: Role of Carotenoids in photoprotection of Chloroplast Constituents ,Photosynthetica, vol. 39, n o 4, 488p.

Mainguet Catherine,(2004) . Évolutions réglementaires en matière d'arôme.

Cruchot, H(2008). La spiruline bilan et perspectives, Thèse de doctorat, 332P.

Ciferri, O (1983). Spirulina, the edible microorganism microbial, Rev 47.

Charpy, L et al (2008). La Spiruline peut-elle être un Atout pour la Santé et le Développement en Afrique ?. Institut de recherche pour le développement, Marseille. 6 ,16P.

Cruchot, H. (2008). La Spiruline, Bilan et Perspective. Thèse docteur en pharmacie. Université de France-Comite, 332P.

Dubinsky, Z (2013). Éd., Photosynthesis. InTech.

Dominique, Antoine, (2011). Utilisation des édulcorants dans l'alimentation de la personnediabétique de type 2. 36p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION ; (2000) ; Rapport de la trente-deuxième session du Comité du Codex sur les additifs alimentaires et contaminants ; [En ligne] ; Archives de documents de la F.A.O. ; Département de l'Agriculture ; cité le 24/02/2009 sur <http://www.fao.org>.

FAO, (2006). Comité du codex sur les additifs et les contaminants, 26p.

FREDOT, E. (2005). Connaissance des aliments, base alimentaire et nutritionnelles de la diététique. Institut de commerce et de gestion, édition médicale internationale tec & doc, Lavoisier Paris.

Falquet, J., Hurni, J.P (2006). Spiruline, Aspects Nutritionnels, Antenna Technologies.41P.

Gérard Tremblin, La spiruline, vraiment un aliment miracle.

GOUDOT, S. ; LAKHDARI, O. ; TAP, J. ; (2003) ; Les sodas ; Département de génie biologique ; I.U.T. Créteil Vitry ; Université Paris XII-Val de Marne ; France ; 31p.

Goulambasse, T. (2018). La Spiruline : Activités Thérapeutiques et son Intérêt dans la Lutte contre la Malnutrition à Madagascar, Thèse pour le diplôme d'état de Docteur en Pharmacie, université de Lille. 9P.

Hug C et Von Der Wied D., (2011). La spiruline dans la lutte contre la malnutrition, Bilan et perspectives. Antenna Technologies, Genève, 30P.

Paul J., (2006). Manuel de culture artisanale pour la production de spiruline. 6P.

jean Louis Multon .le sucre, les sucres, les édulcorants et les glucides chargé dans l'industrie agro alimentaire. Edition 1994.

Jourdan, J.-P.(2016). Manuel de culture artisanale de spiruline

JORT. (2006). Arrêté des ministres du commerce et de l'artisanat, de la santé publique, de l'industrie, de l'énergie et des petites et moyennes entreprise du 24 Aout 2006, relatif aux boissons non alcoolisées.

LECOINTRE, R (2017). Optimisation de la production de spiruline dans une ferme à Madagascar afin de lutter contre la malnutrition infantile, Mémoire d'Ingénieur, Agroalimentaire, Oniris, Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation, Nantes Atlantiques. 5P.

Manfred et Moll, (1998). Additifs alimentaire et auxiliaires technologiques, 2ème édition, DUNOD, paris.

Multon, (1992). Livre d'additif et auxiliaire d'industrie.

MANET A., (2016) : La spiruline : Indications Thérapeutiques, Risques Sanitaires et Conseils à l'Officine, Thèse présentée pour l'obtention du titre de Docteur en pharmacie, Diplôme d'état, Université Grenoble Alpes, Faculté de Pharmacie de Grenoble, 12P.

Magali, Marchand, (2009). Les édulcorants. Maison de l'association belge du diabète Walloniepicarde, 08p.



Manfred et Moll, (1998). Additifs alimentaire et auxiliaires technologiques, 2^{ème} édition, DUNOD, paris.

Mahdjoub. W ., Ghribi. S (2016) : Etude de l'effet de l'incorporation de la spiruline sur la qualité physico-chimique, microbiologique et toxicologique d'un jus. Mémoire de Master en Microbiologie et Toxicologie Alimentaire Université Blida-1.

Mejean L. Fonctionnalité des aliments. www.iaa-lorraine.fr/media/article/document

NIANGORAN N'GORAN U. F (2017). Optimisation de la culture de la spiruline en milieu contrôlé : Eclairage et Estimation de la Biomasse, Thèse de Doctorat de l'Université de Toulouse, Université Toulouse 3, Paul Sabatier. 39P.

Peers,G. et al., (2009). An ancient light-harvesting protein is critical for the regulation of algal photosynthesis , Nature, vol. 462, no 7272, 521p

Potelon J.L., Zysman K., (1998). Le guide des analyses de l'eau potable, Edition, La Lettre du Cadre Territorial, Voiron, France, pp 253.

Ross, E. Dominy, W (1990). The nutritional value of dehydrated, blue-green algae (Spirulina platensis) for poultry. Poultry Science.

RAMAROSON, R.J.B. ; (2008) ; Industries des eaux et des boissons gazeuses non alcoolisées ; Cours de 5^{ème} Année ; Département des I.A.A. ; E.S.S.A. ; Université d'Antananarivo ; Madagascar.

Raof, B. Kaushik, D et Prasanna,R (2006).Formulation of a low-cost medium for mass production of Spirulina », Biomass Bioenergy, vol. 30, no 6, p. 537 542.

Ravelonandro, P. H.Ratianarivo, D. H. Joannis-Cassan, C.Isambert, A. et

Raherimandimby, M (2008). Influence of light quality and intensity in the cultivation of Spirulina platensis from Toliara (Madagascar) in a closed system , J. Chem. Technol. Biotechnol., vol. 83, no 6, 848p

RAMAROSON, R.J.B. ; (2008) ; Industries des eaux et des boissons gazeuses non alcoolisées ; Cours de 5^{ème} Année ; Département des I.A.A. ; E.S.S.A. ; Université d'Antananarivo ; Madagascar.

https://www.economie.gouv.fr/files/directions_services/dgccrf/manifestations/colloques/aromes_alimentaires/04_maignuet.pdf

Roger P.A. (2006) ; Les cyanobactéries : définition. Disponible sur :

<http://pagespersoorange.fr/cyanobacteries/pages/Introduction/definition.htm> 2006

Rudi, (2004). Agence française de sécurité sanitaire des aliments. Glucides et santé : état des lieux, évaluation et recommandations, octobre 2004.

Sall, M.G. Dankoko, B. Badiane, M..Ehua, E. et Kuakuwi, N. (1999). La spiruline : une source alimentaire à promouvoir. Médecine d'Afrique Noire. Vol. 46 (3) : 141P.

Simonart, T.(2002). Microbiological analysis of food and water guiding for quality assurance. Edition Poust, London, p185.

Sébastien, S. (2008). SPIRULINA PLATENSIS ET SES CONSTITUANTS INTERETS NUTRITIONNELS ET ACTIVITES THERAPEUTIQUES .Thèse de Doctorat , UNIVERSITE HENRI POINCARÉ , NANCY 1 . 145p

Subba Rao, D. V. Pan, Y. et Al-Yamani, F (2005). Growth and photosynthetic rates of Chlamydomonas plethora and Nitzschiafrustula cultures isolated from Kuwait Bay, Arabian Gulf, and their potential as live algal food for tropical mariculture, Mar. Ecol., vol. 26, no 1, 71p.

Schulze, P. S. C.Barreira, L. A. Pereira, H. G. C. Perales, J. A. etVarela, J. C. S.(2014). Light emitting diodes (LEDs) applied to microalgalproduction , Trends Biotechnol., vol. 32, n o 8, p. 430p

SGUERA, S (2008). SpirulinaPlatensis et ses Constituants, Intérêts Nutritionnels et Activités Thérapeutiques, Thèse pour obtenir le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, Université Henri Poincaré - Nancy 1, Faculté de Pharmacie. 15P.

SALL M.G., DANKOKO B., BADIANE M., EHUA E., KUWAKUWI N., (1999) : La Spiruline, Une Source Alimentaire à Promouvoir, Laboratoire de Chimie Thérapeutique, Dakar, Sénégal, Article 46.

Trabelsi., L. Benouadah., Bassa.,H.(2010). Activités biologiques des métabolites excrètent par les cyanobactéries filamenteuse arthrospiraplatensis, journal pharmacognosie. Tunisie. pp 282.

Valohery,S. (2009). Etude de L'évolution de La qualité des boissons gazeuses non alcoolisées au cours de stockage . Mémoire de fin d'études, université d'Antananarivo. Madagascar. 3P. 4 P.

Vicente, N (2012). La Spiruline pour la Nutrition et la Santé.

VONSHAK, A (2002). Spirulinaplatensis (Arthrospira): Physiology, Cell-biology and Biotechnology, 17P.

Wu, L. Ho, J (2007). "Anixoxydative and Hepatoprotective Effects of Spirulina I" Gershwin & Belay (ed).Spirulina in Human Nutrition and Health.

Xue CH., Hu YQ., Saito H., Zhang ZH., Li ZJ., Cai YP., Ou CR., Lin H., Imbs AB., (2002). Molecular species composition of glycolipids from Spirulinaplatisensis. Food Chemistry 77.

Yang,C. Liu,H. Li,M. Yu,C et Yu,G (2008).Treating urine by Spirulinaplatisensis ,Acta Astronaut., vol. 63, no 7 10, 1054P.

Yeh, K.-L. Chang, J.-S. etchen, W (2010).Effect of light supply and carbon source on cell growth and cellular composition of a newly isolated microalga Chlorella vulgaris ESP31 , Eng. Life Sci., vol. 10, no 3, 208p.

Zarrouk, C (1966). Contribution à l'étude d'une cyanophycée. Influence de divers facteurs physiques et chimiques sur la connaissance et la photosynthèse de Spirulina maxima. Thèse de doctorat, Université de Paris, paris .

Anonyme [1] <https://www.selection.ca/sante/vivre-sainement/boissons-gazeuses-effetsnefastes/>(Boissonsgazeuses et sodas : leurs effets néfastes sur notre santé). Consulter le 28 .03. 2022.

Anonyme [2] <https://www.elsevier.com/open-access/userlicense/1.0/> consulter le 25/03/2022

Anonyme [3] <https://www.spirulinedeshautsdefrance.com/composition-spiruline> consulter le 25_03_2022

Anonyme [4] <https://www.spirulinedeshautsdefrance.com/composition-spiruline> Consulter 25 03 2022

<https://cuisine.journaldesfemmes.fr/encyclopedie-produits/2728721-boissons/> (Boissons : liste des liquides froids, chauds, avec ou sans alcool). Consulter le 05.03.2022

Annexe

Annexe N° I

Verrerie et appareillage :

- Autoclave.
- Agitateur.
- Bain marie.
- Balance analytique électronique.
- Bec bunsen.
- Béchers.
- Boites de pétri.
- Burette.
- Densimètre.
- Eprouvettes graduées.
- Etuve à incubation.
- Fioles jaugées.
- Flacons stériles.
- pH-mètre.
- Pipettes graduées.
- Pipettes Pasteur.
- Portoirs
- Réfractomètre.
- Spatule.
- Tubes à essais

Annexe N° II

Milieu de culture :

- PCA
- TSE
- BCPL
- VP
- Sabr

Annexe N° III

Réactifs et solutions :

- Acide sulfurique.
- Alcool.
- Eau de JAVEL
- Nitrate d'argent
- Méthyle orange
- Noir d'ériochrome.
- Phénolphtaléine.
- Réactif de Kovacs.
- Sulfite de sodium.
- Téliurite de potassium.
- Alun de fer.
- Chromate de potassium

Annexe N° IV :

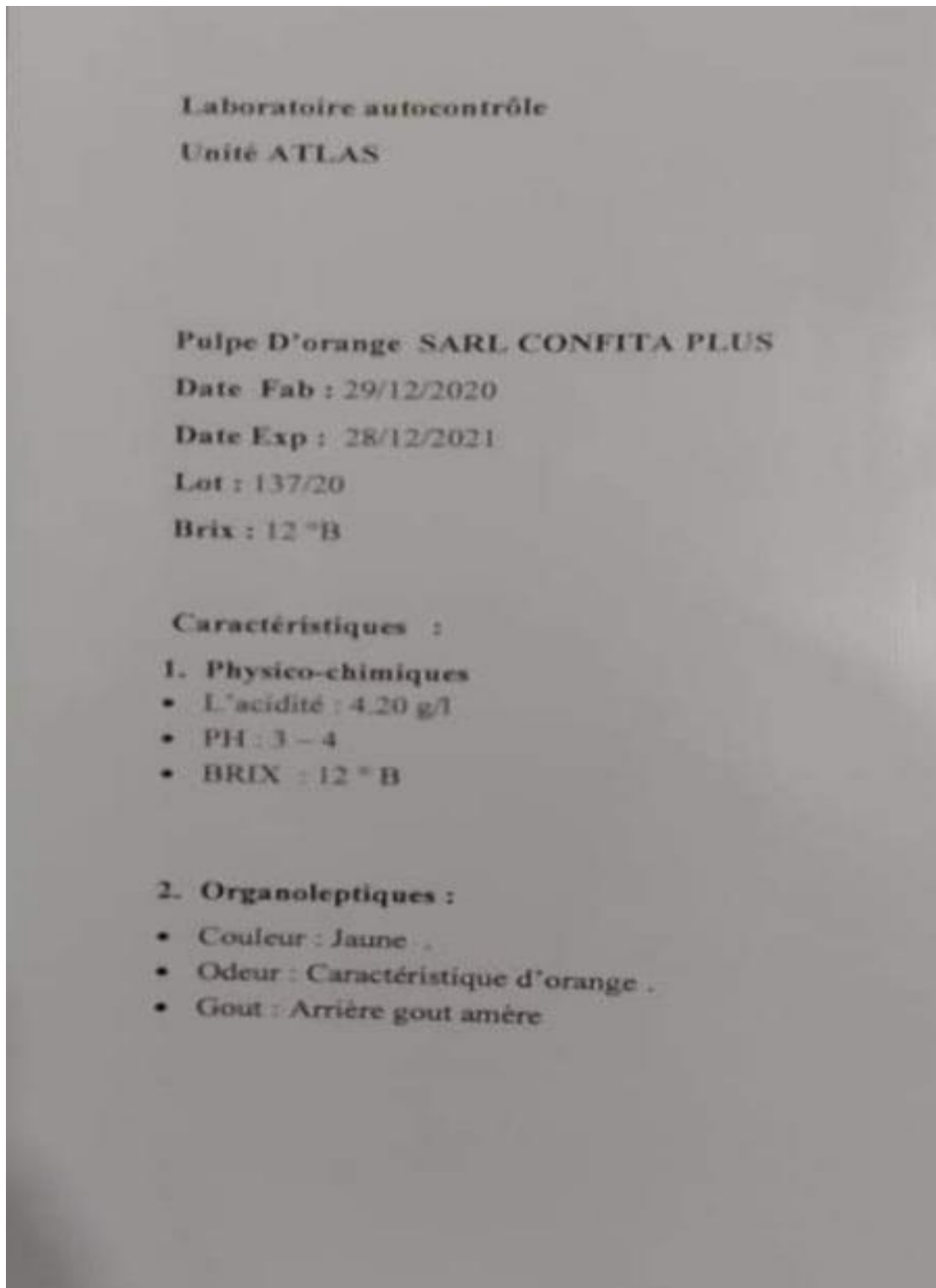


Figure : Résultat physico-chimique et organoleptique de la pulpe d'orange SARL CONFITA PLUS.

Annexe N° V :

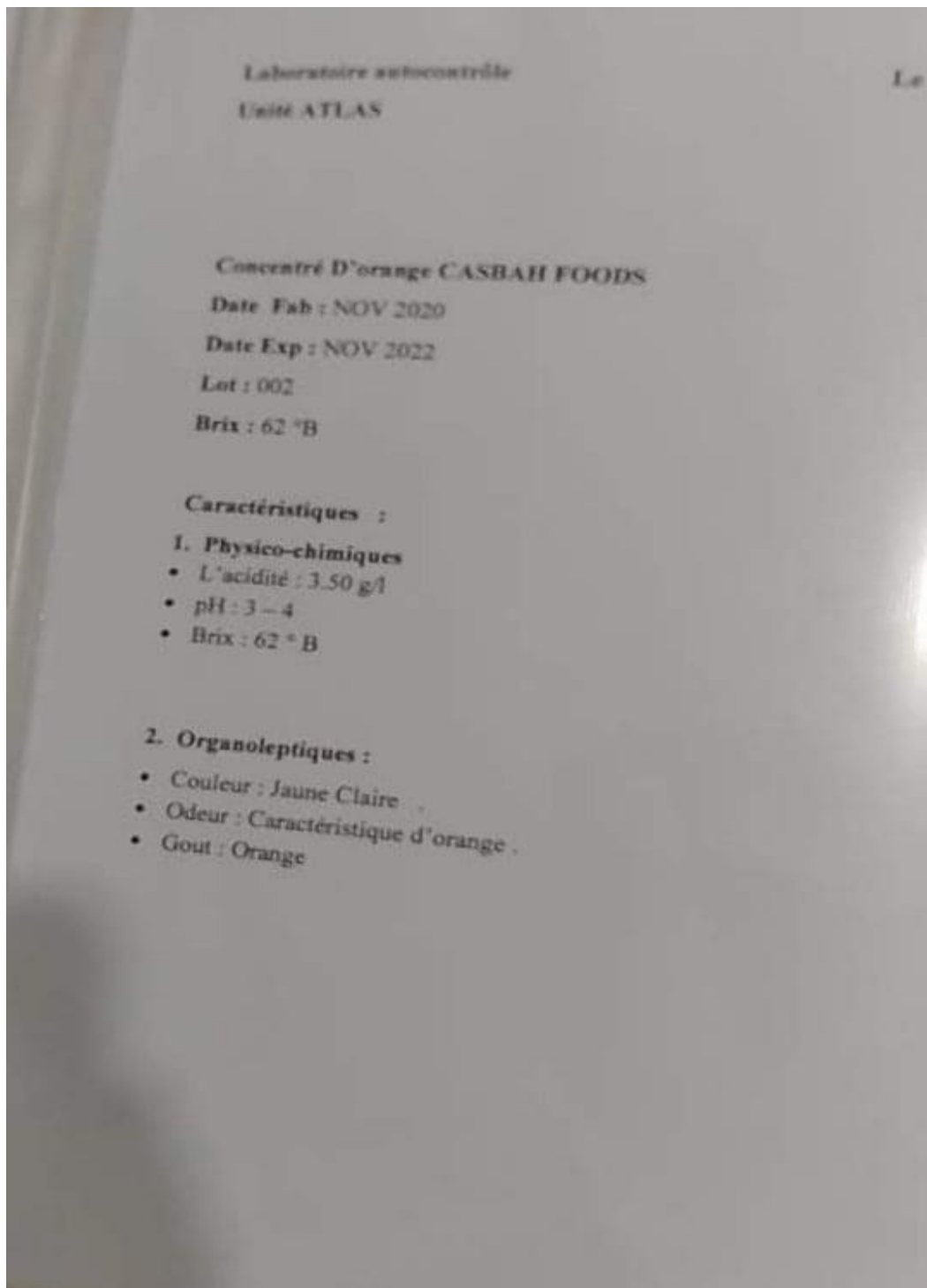



Figure : Résultat physico-chimique et organoleptique de concentrer d'orange SARL CONFITA PLUS.

Annexe N° VI :


	Modes Opératoires Laboratoire	Date : 28/09/2020 Page : 1 sur 1
---	----------------------------------	-------------------------------------

Méthodes De Préparation Des Solutions

Préparation de phénolphtaléine :
1gr de phénolphtaléine en poudre dans 100 ml d'Ethanol

Préparation de méthyle orange :
0.5 gr dans 100 ml d'eau distillé

Préparation de la soude caustique à 0.1 N pureté 98% :
Masse m de NaOH = 40 nombre de mole = 0.1 mole
Concentration = nombre de mole / volume
Nombre de mole = la masse / la masse molaire donc
La masse = nombre de mole * la masse molaire
 $M = 0.1 * 40 = 4 \text{ gr}$
4 gr → 100 %
m → 98 % m = 3.92 gr
Donc il faut peser 3.92 de la soude
Rempli une petite quantité d'eau distillé dans un fiole de 1000 ml contient un barreau Magnétique, dissoudre la masse dans cette volume puis compléter la quantité d'eau distillé jusqu'à tri de jauge


	Modes Opératoires Laboratoire	Date : 28/09/2020 Page : 1 sur 1
--	----------------------------------	-------------------------------------

Préparation De EDTA (Ethyle Diamino Tetracétique) 0.02 N :
 $n = m/M \text{ donc } EDTA = m/v * M$
 $m = EDTA * V * M \text{ dans ce cas}$
EDTA = $N/2 * V * M$ avec :
M : la masse d'EDTA recherché
V : volume d'eau distillé (1 L)
EDTA : concentration EDTA = 0.01 mole /l
 $M = 0.02/2 * 1 * 372.24$
 $m = 3.72 \text{ g/l}$

Préparation de Ag NO₃ 0.1N :
 $Ag NO_3 = n/v , n = m/M$
 $Ag NO_3 = m/VM$
 $m = Ag NO_3 * V * M$
V : volume de prise d'essai en litre
 $Ag NO_3 = 0.1 \text{ mole /l}$
 $M_{Ag NO_3} = 169.87 \text{ g/mole}$
 $m = 16.98 \text{ g/l}$
Il faut prendre 16.98 g Ag NO₃ et compléter le volume jusqu'à 1 litre

Figure : Méthode de préparation des solutions selon Orangina.

Annexe N° VII :

	Modes Opératoires Laboratoire	
		Date : 29/09/2020
		Page : 1 sur 1

Préparation de Hcl 0.1M

1 litre de Hcl 0.1M Contient 0.1 mole de Hcl,

$C = n/v$, $n = \text{masse} / \text{masse molaire}$, $m = c * M = 0.1 * 36.5$

donc $m = 3.65$ g de Hcl

1 litre de Hcl à 37 % pèse 1190 g , et contient donc $0.37 * 1190$ de Hcl = 440.3g Hcl

1190 \longrightarrow 100 % $m = 440.3$ g de Hcl

m \longrightarrow 37 %

Pour Déterminer le volume V nécessaire pour cette solution

440.3 g \longrightarrow 1000 ml

3.65 g \longrightarrow V $V = 8.28$ ml

Donc prendre 8.28 ml de Hcl dans un fiole jaugé est complété jusqu'à 1 litre avec l'eau distillé

Figure : Méthode de préparation de Hcl.

Annexe N° VIII

ATTAL-L2-ANALYSE SENSORIELLE

Fiche de dégustation

Produit: Boissons

Age:

Sexe:

1. Analyse visuelle	Couleur- Intensité
	Explication
	Limpidité
2. Analyse olfactive	Odeur/ Senteur
	Explication
	Arome
	Explication
3. Analyse gustative	Gout
	Consistance
	Acidité
	Equilibre
Note générale: /20	

N.B. L'échelle d'appréciation est de 1 à 5 (1: très mauvais, 2:mauvais, 3:moyen, 4:Bon, 5: Très bon)

Figure : Fiche de dégustation.

Annexe N° IX :

orange 3

ATTAL-L2-ANALYSE SENSORIELLE

Fiche de dégustation

Produit: Boissons

Age: 19

Sexe: F

1. Analyse visuelle	Couleur- Intensité <i>4</i>
	Explication <i>Juune</i>
	Limpidité <i>4</i>
2. Analyse olfactive	Odeur/ Senteur <i>3</i>
	Explication <i>orange</i>
	Arome <i>3</i>
	Explication <i>sèves d'orange</i>
3. Analyse gustative	Gout <i>2</i>
	Consistance <i>3</i>
	Acidité <i>4</i>
	Equilibre <i>3</i>
Note générale: <i>15</i> / 20	

N.B. L'échelle d'appréciation est de 1 à 5 (1: très mauvais, 2:mauvais, 3:moyen, 4:Bon, 5: Très bon)

Verte

ATTAL-L2-ANALYSE SENSORIELLE

Fiche de dégustation

Produit: Boissons

Age: 19

Sexe: F

1. Analyse visuelle	Couleur- Intensité verte <i>4</i>
	Explication <i>verte</i>
	Limpidité <i>5</i>
2. Analyse olfactive	Odeur/ Senteur <i>3</i>
	Explication <i>orange</i>
	Arome <i>3</i>
	Explication
3. Analyse gustative	Gout <i>4</i>
	Consistance <i>4</i>
	Acidité <i>2</i>
	Equilibre <i>3</i>
Note générale: <i>16</i> / 20	

N.B. L'échelle d'appréciation est de 1 à 5 (1: très mauvais, 2:mauvais, 3:moyen, 4:Bon, 5: Très bon)

Figure : Fiche de dégustation après le teste de dégustation.

Annexe N° X :



Figure : Une balance
(Photo Personnelle)



Figure : kjeldal
(Photo Personnelle)



Figure : Gélose
(Photo Personnelle)



Figure :Méthyle Orange
(Photo Personnelle)



Figure: Papier de pH
(Photo Personnelle)



Figure :réfractomètre
(Photo Personnelle)



Figure : autoclave
(Photo Personnelle)

Annexe N° XI :



**LABORATOIRE DE CONTRÔLE DE QUALITÉ
& DE CONFORMITÉ**

Tél / Fax : 025 23 81 02 / Mobile : 0541 48 54 77
 Email : altesselab@gmail.com
 Adresse : Rue Zabana en face l'hôpital Frantz fanon - BLIDA

Blida le : 13.06.2022

Bulletin d'analyse physicochimique

Numéro d'inscription au laboratoire : R189/22

Client: BEN KHETTAR ASSIA

Adresse : Blida.

Nature de produit : boissons

Echantillon reçu prélevé ✓ le : 26.05.2022 analysé le : 26.05.2022

Paramètre	Unité	E01 0.5 g Spiruline	Référence
SUCRE	gr/L	108	METHODE DE BERTRAND
LIPIDES	%	0.009	extraction SOXHLET

Responsable du laboratoire




Décision N°023 du 14/10/2015 NIF 298310380216041 RC N° 4076309A14 AI 09059540153
 BIB: 004.00199.4000016780.24

Le résultat du présent bulletin d'analyse ne concerne que les échantillons soumis à l'analyse (norme 17025).

Figure : Bulletin d'Analyse physicochimique « sucre, Lipide » de B.G enrichi par 0.5g /l de spiruline.

Annexe N° XII :



**LABORATOIRE DE CONTRÔLE DE QUALITÉ
& DE CONFORMITÉ**

Tél / Fax : 025 23 81 02 / Mobile : 0541 48 54 77
 Email : altesselab@gmail.com
 Adresse : Rue Zabana en face l'hôpital Frantz fanon - BLIDA

Blida le : 13.06.2022

Bulletin d'analyse physicochimique

Numéro d'inscription au laboratoire : R189/22

Client: BEN KHETTAR ASSIA


Adresse : Blida.

Nature de produit : boissons

Echantillon reçu prélevé ✓ le : 26.05.2022 analysé le : 26.05.2022

Paramètre	Unité	E03	Référence
SUCRE	gr/L	114	METHODE DE BERTRAND
LIPIDES	%	0.010	extraction SOXHLET

Responsable du laboratoire



Décision N°023du 14/10/2015 NIF 298310380216041 RC N° 4076309A14 AL 09059540153
 RIB 004.00199.4000016780.24

Le résultat du présent bulletin d'analyse ne concerne que les échantillons soumis à l'analyse (norme 17025).

Figure : Bulletin d'Analyse physicochimique« sucre, Lipide » de la boisson ORANGINA.