

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université SAAD DAHLAB – BLIDA



**Faculté des sciences Agro-
vétérinaires et de Biologie**

Département d'Agronomie

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme

de Master II.

Option : Sciences Alimentaires.

Thème :

**Suivi de la qualité physicochimique et
microbiologique d'un jus « Vitajus »
light pasteurisé en cours de fabrication**

Réalisé par :

- **OUKRIF Yasmine Meriem**

Date de soutenance :

03/ 07/ 2012

Devant le jury :

- | | | | |
|---------------------------|------------|-------------|---------------------------|
| • Mme Boutekrabt.L | MCA | USDB | Présidente de jury |
| • MrAmalou.D | MAA | USDB | Examineur. |
| • MmeAcheheb.H | MAB | USDB | Examinatrice. |
| • Mr Khali.M | MCA | USDB | Promoteur. |

Promotion:2011/ 2012

Dédicaces

Avant tout je tiens à remercier le bon dieu tout puissant de m'avoir donné force, patience, santé et volonté afin de mener mon travail à terme.

Je tiens très respectueusement à dédié ce modeste travail aux deux personnes qui me sont le plus chères au monde : Mon père et Ma mère que nulle dédicace ne puisse exprimer ce que je leur dois pour leur bienveillance, leur affection et pour leurs précieux conseils et soutient, qui ont su me guider vers la réussite, que dieu me les garde.

A mon cher frère : Sami

A toute ma famille maternelle et paternelle.

A mes amis : Achwak, Ahmed, Isma, Houda, Kamelia, Sara et Samia.

A tous ceux que j'aime et que je respecte.

Enfin, a tous ceux qui savent donner sans recevoir, qui aident sans retour et sans être égoïste.

Yasmine.

Remerciements

Tout d'abord ; nous rendons grâce à Dieu pour nous avoir guidé et honoré par la lumière de la compréhension, pour nous avoir fait goûter la connaissance de la science et nous avoir donné le courage et la volonté de mener à bien ce modeste travail.

Nous exprimons notre profonde gratitude à notre promoteur Mr Khali M, maitre de conférence à la faculté d'agro-véto et biologie pour toute l'attention qu'il nous a accordée à ce travail, ses précieux conseils et sa patience.

Nos vifs remerciements vont à Mme Boutekrabt L, maitre de conférence à la faculté d'agro-véto et biologie, qui a bien voulu accepter de présider le jury.

Nos sincères remerciements vont également à Mr Amalou D et Mme Acheheb H, maitres assistants au niveau de la faculté d'agro-véto et biologie, qui ont aimablement acceptés d'examiner ce travail.

Nous tenons également à remercier le personnel de l'unité de production « Vitajus » ; tout particulièrement le directeur commercial Mr Adel A ainsi que le chef du laboratoire Mr Benmessaoud Kh.

A Mr Bouamran technicien au laboratoire de physicochimie au niveau de l'INSFP –Boubakr Belkaid- de Blida.

Enfin, nous remercions tous ceux qui de près ou de loin, chacun à sa manière nous a aidées a l'élaboration de ce modeste travail.

RESUME

Notre étude a porté sur le contrôle de la qualité du cocktail de jus de fruit « 9fruits/ 9vitamines light » de la firme Vitajus.

L'étude a porté sur cinq productions différentes et aussi sur les ingrédients mis en jeu, à savoir : l'eau, le concentré de fruit, les produits semi finis et finis. La recherche d'une éventuelle contamination microbienne, ainsi qu'une évaluation sensorielle du produit fini.

Les résultats obtenus ont révélé que les échantillons analysés présentent une conformité aux normes requises ainsi qu'aux critères physico-chimiques, microbiologiques et sensoriels, tels que requis par l'entreprise.

Mots clefs : jus light, contrôle physico-chimique, microbiologique, sensoriel, qualité.

SUMMARY

Our study focused on the quality control of fruit juice cocktail “9fruits/ 9vitamines light” of the firm Vitajus.

The study focused on five different productions and also on the ingredients involved as : water, fruit concentrate, semi finished and finished products. The search for a possible microbial contamination, and a sensorial evaluation of the finished product.

The results obtained revealed that the samples analyzed have a conformity with the necessary standards and the 2hysic-chemical , microbiological and sensory criteria, as required by the company.

Keywords : light juice, microbiological, sensorial, 2physic-chemical control, quality.

ملخص

دراستنا تتركز على قبة امر جودة عصير الفواكه لكوكتيل "9 stiurf/9senimativ" دون سكر مضاف من منتوج فيطا جو.

و المنتجات. ركزت الدراسة على خمسة منتوجات مختلفة, أيضا على المكونات التالية الماء, مركز الفواكه

النهائية و النصف نهائية. كذلك البحث عن تلوث ميكروبيولوجي و أخيرا التقييم الحسي للمنتوج النهائي.

النتائج المتحصل عنها أظهرت أن العينات و فية للمعايير الفيزوكيميائية ,

الميكروبيولوجية و الحسية كما هو مطلوب من قبل الشركة.

كلمات مفتاح : عصير دون سكر مضاف, مراقبة فيزوكيميائية, ميكروبيولوجية, حسية, جودة.

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation.

ASR : Anaérobies Sulfito-Réducteurs

CEDAP : Commission Internationale d'Etude des produits Destinés à une Alimentation Particulière.

CF : Coliformes Fécaux.

D/C : Double Concentration.

DM : Dilution Mère.

EN : normes européennes.

EPEI : Eau Péptonée Exempte d'Indole.

°F : degré Français.

FDA : Food and Drug Administration.

GAMT : Germes Aérobie Mésophiles Totaux.

INSFP : Institut National Spécialisé dans la Formation Professionnelle.

ISO : International Organization for Standardization.

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne.

NA : norme algérienne

NF : norme française

NPP : Nombre le Plus Probable.

OGA : oxytetracycline gélose agar.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

SARL : Société à responsabilité limitée.

S/C : Simple Concentration.

Sab : Sabouraud.

SM : Solution Mère.

TGEA : Tryptone Glucose Extract Agar.

TH : Titre hydrométrique ou dureté de l'eau.

VF : Viande Foie.

Liste des figures

Figure 1 : Diagramme de production du jus de fruit « 9fruits/9vitamines light» Light.....	16
Figure 2 : Recherche et dénombrement des germes revivifiables à 22 et à 37°C.....	Annexe III
Figure 3 : Test de Présomption pour la recherche et le dénombrement des Coliformes totaux à 37°C.....	Annexe III
Figure 4 : Test de Confirmation pour la recherche et le dénombrement des Coliformes totaux à 44°C.....	Annexe III
Figure 5 : Test de présomption pour la recherche et le dénombrement des streptocoques fécaux à 37°C.....	Annexe III
Figure 6 : Test de Confirmation pour la recherche et le dénombrement des streptocoques fécaux à 37°C.....	Annexe III
Figure 7 : Recherche et dénombrement des Spores d'Anaérobies Sulfito-Réducteurs à 45°C.....	Annexe III
Figure 8 : Préparation des échantillons en vue d'une analyse microbiologique sur le jus de fruit.....	Annexe III
Figure 9 : Préparation des échantillons en vue d'une analyse microbiologique sur le concentré de jus de fruit.....	Annexe III
Figure 10 : Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux à 30°C dans le Jus et le Concentré.....	Annexe III
Figure 11 : Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et <i>Escherichia coli</i> dans le jus et concentré.....	Annexe III
Figure 12 : Recherche de spores d'Anaérobies Sulfito-Réducteurs dans le Jus et le Concentré à 37°C.....	Annexe III
Figure 13 : Recherche de <i>Staphylococcus aureus</i> dans le jus et le concentré à 37°C.....	Annexe III
Figure 14 : Recherche et dénombrement de levures et moisissures dans le Jus et le concentré à 22°C.....	Annexe III

Liste des tableaux

Tableau 1 : Résultats des analyses physicochimiques sur le Concentré de jus de fruits.....	36
Tableau 2 : Résultats des analyses physicochimiques sur le produit semi-fini.....	36
Tableau 3 : Résultats du dosage de la vitamine C sur le produit semi-fini.....	37
Tableau 4 : Résultats des analyses physicochimiques sur le produit fini.....	37
Tableau 5 : Résultats du dosage de la vitamine C sur le produit fini.....	38
Tableau 6 : Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de bêche.....	39
Tableau 7 : Résultats des analyses physicochimiques de l'eau de process.....	39
Tableau 8 : Résultats des analyses physicochimiques de l'eau de la sortie d'adoucisseur.....	40
Tableau 9 : Résultats des analyses microbiologiques sur l'eau de process.....	40
Tableau 10 : Résultats des analyses microbiologiques du concentré de jus de fruits.....	41
Tableau 11 : Résultats des analyses microbiologiques du produit fini.....	42
Tableau 12 : Résultats des analyses sensorielles sur le produit fini.....	43
Tableau 13 : Table du nombre le plus probable.....	Annexe IV
Tableau 14 : Table de Mac – Grady.....	Annexe IV

Sommaire

Introduction.

Partie bibliographique :

Chapitre I : Généralités sur les jus de fruit

I-1-Définition du jus de fruits.....	01
I-2-Classification des jus de fruits.....	01
I-3-Concentration des jus de fruits.....	02
I-4-Composition chimique d'un jus.....	03

Chapitre II : Généralités sur le cocktail 9fruits-9vitamines light

II-1-Définition d'un jus de fruit sans sucre ajouté.....	06
II-2-Objectifs de la supplémentation des boissons en vitamines.....	06
II-3-Généralités sur les fruits du cocktail « 9fruits- 9vitamines light».....	06
II-4-Généralités sur les vitamines du cocktail « 9fruits-9vitamines light».....	08
II-5-L'eau de process.....	10
II-6-Les additifs alimentaires utilisés lors de l'élaboration du cocktail « 9fruits-9vitamines light ».....	10

Chapitre III : Processus de fabrication

III-1-Préparation des fruits.....	13
III-2-Préparation du jus de fruit.....	13
III-3-Les altérations du jus.....	17

Partie expérimentale : Matériel et méthodes

IV-1-Conditions expérimentales.....	18
IV-2- Origine des échantillons.....	18
IV-3-Analyses physico-chimique sur le concentré de jus de fruit.....	19

IV-3-1-Brix (indice de réfraction).....	19
IV-3-2-Acidité titrable.....	19
IV-4-Analyses physico-chimiques sur les eaux.....	20
IV-4-1-La dureté de l'eau.....	20
IV-4-2-Les chlorures dans l'eau.....	20
IV-4-3-Le chlore libre.....	21
IV-4-4- pH.....	22
IV-5-Analyses physico-chimiques sur le produit semi-fini.....	22
IV-5-1-pH.....	22
IV-5-2- Brix.....	22
IV-5-3-L'acidité titrable.....	22
IV-5-4-Le dosage de la vitamine C.....	22
IV-6- Analyses physico-chimiques sur le produit fini.....	23
IV-6-1-pH.....	23
IV-6-2- Brix.....	23
IV-6-3-L'acidité titrable.....	23
IV-6-4-Le dosage de la vitamine C.....	23
IV-6-5-La densité.....	23
IV-7-Analyses microbiologiques sur l'eau.....	24
IV-7-1-Recherche et dénombrement des germes revivifiables à 22 et à 37°C.....	24
IV-7-2-Recherche et dénombrement des Coliformes totaux à 37°C et Coliformes fécaux à 44°C.....	25
IV-7-3-Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux à 37°C.....	26
IV-7-4-Recherche et dénombrement des Spores d'Anaérobies Sulfito-Réducteurs 45°C.....	28

IV-8-Analyses microbiologiques sur le concentré de jus de fruit et le produit fini.....	29
IV-8-1- Préparation des échantillons en vue d'une analyse microbiologique sur le concentré de jus de fruit et le produit fini.....	29
IV-8-2-Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux à 30°C dans le Jus et le Concentré.....	30
IV-8-3-Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et <i>Escherichia coli</i> dans le jus et concentré.....	31
IV-8-4-Recherche de spores d'Anaérobies Sulfito-Réducteurs dans le Jus et le Concentré.....	32
IV-8-5-Recherche de <i>Staphylococcus aureus</i> dans le jus et le concentré.....	33
IV-8-6-Recherche et dénombrement de levures et moisissures dans le Jus et le concentré.....	34
IV-9-Analyses sensorielles sur le produit fini.....	35

Partie expérimentale : Résultats et discussion

V-1-Résultats des analyses physico-chimiques.....	36
V-1-1-Résultats des analyses physicochimiques sur le Concentré de jus de fruits.....	36
V-1-2-Résultats des analyses physicochimiques sur le produit semi-fini.....	36
V-1-3- Résultats du dosage de la vitamine C sur le produit semi-fini.....	37
V-1-4-Résultats des analyses physicochimiques sur le produit fini.....	37
V-1-5-Résultats du dosage de la vitamine C sur le produit fini.....	38
V-1-6-Résultats des analyses physico-chimiques sur les eaux.....	38
V-2-Résultats des analyses microbiologiques.....	40
V-2-1-Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur l'eau de process.....	40
V-2-2-Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur le concentré de jus de fruits.....	41
V-2-3-Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur le produit fini.....	42
V-3-Résultats des analyses sensorielles sur le produit fini.....	43

Conclusion.

Références bibliographiques.

Annexes.

Introduction

Fortement consommé partout dans le monde, le jus de fruits est une boisson essentielle à l'apport des vitamines quotidiennement nécessaires à l'organisme. Selon la région du monde où l'on se trouve, les jus de fruits peuvent considérablement varier, mais ils sont obtenus de la même manière partout, par le pressage de fruits à jus comme les agrumes (orange, pamplemousse, citron, citron vert, mandarine), les raisins, les pommes, les litchis, l'ananas et bien d'autres fruits encore. En jus ou en nectar, les jus de fruits simples ou multivitaminés sont une source d'énergie indéniable pour l'organisme (**Anonyme, 2006**).

La consommation des boissons rafraichissantes en Algérie ne cesse de s'accroître. On note une diminution de consommation pour les boissons gazeuses, sirops et eaux minérales, ce qui signifie une augmentation de consommation pour les jus de fruits et nectars puisque leur production a évolué jusqu'à atteindre 2,037 milliards de litres par an en 2012, alors qu'elle était estimée en 2010 à 1,784 milliard de litres par an (**Anonyme a, 2012**).

L'industrie de transformation des fruits doit faire face à la nécessité d'offrir des produits présentant des caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques proches de celles des produits frais pour un usage domestique. Ceci suppose un effort permanent sur l'amélioration des matières et des procédés de transformation d'où l'importance qu'a cette recherche aujourd'hui de créer des produits à teneur réduite en calories (**Albagnac et al., 2002**).

C'est pour cela que nous nous sommes intéressés dans notre étude au contrôle et à la qualité d'un jus de fruit sans sucre ajouté (light) à partir de concentré de jus de fruits, dans le but d'obtenir un produit alimentaire commercial et lucratif largement consommé par notre société, capable de satisfaire le grand public et surtout la population visée.

Notre étude porte sur le contrôle de la qualité du jus de fruits light industriel, à travers :

-  Le contrôle physico-chimique du concentré de jus de 9 fruits, des eaux, ainsi que le produit semi-fini et le produit fini.
-  Le contrôle microbiologique du concentré de jus de 9 fruits, des eaux, ainsi que le produit fini.
-  Le contrôle sensoriel du produit fini.
-  L'effet de la pasteurisation sur les vitamines C.

Matériel et méthodes

IV-1-Conditions expérimentales :

Notre travail s'est déroulé sur une durée de 2 mois allant du mois de Mars au mois de Mai 2012, au niveau du laboratoire d'autocontrôle de l'usine « SARL Vitajus » à Blida et l'Institut National Spécialisé dans la Formation Professionnelle (INSFP) de Blida.

IV-2- Origine des échantillons :

Notre étude porte sur un concentré de jus de 9 fruits (orange, pomme, citron, ananas, poire, fruit de la passion, pamplemousse, banane et mangue) d'origine allemande ainsi que le jus sans sucre ajouté avant pasteurisation, et le produit fini obtenu à échelle industrielle, est conditionné dans des bouteilles en verre.

Ces échantillons ont été mis à notre disposition par l'unité Vitajus.

L'étude a porté sur cinq productions différentes, quatre produits ont fait l'objet de notre étude à savoir: le concentré de jus de fruit, l'eau, le produit semi-fini (avant pasteurisation), et le produit fini.

Nos échantillons ont été prélevés comme suit :

✓ Pour le concentré de jus de fruit : Il a été prélevé à partir de bidons de 100 litres, eux-mêmes dans un conteneur et le tout dans une chambre froide à température -4°C . Le prélèvement se fait en surface juste après l'ouverture du fut.

✓ Pour l'eau : les eaux qui nous intéressent lors de notre travail sont l'eau de Bâche, l'eau de la sortie d'adoucisseur et l'eau de process ; Avant de procéder au prélèvement, on flambe le robinet du réservoir d'eau à l'aide d'un coton imbibé d'alcool, puis ouvrir le robinet et laisser couler une certaine quantité de l'échantillon pour éliminer d'éventuels contaminants présents dans la conduite. Puis, remplir un flacon dans les mêmes conditions d'asepsie.

✓ Pour les édulcorants (l'aspartame, acesulfame et la saccharine), le prélèvement ce fait a partir de sachets de 50Kg.

La matière première est généralement utilisée dès réception pour limiter les expositions, le stockage des matières premières s'effectue dans des locaux prévus à cet effet, avec des étagères et placards de rangement pour faciliter l'accès à ces matières.

✓ Pour le produit semi-fini: Le jus est stocké à une température ambiante dans un réservoir comportant un robinet, ouvrir ce dernier toujours sous atmosphère stérile et laisser couler une certaine quantité de l'échantillon, puis remplir le flacon.

✓ Pour le produit fini : Prélever 5 packs de façon à construire un échantillon représentatif.

IV-3-Analyses physico-chimiques sur le concentré de jus de fruit :

IV-3-1-Brix (indice de réfraction) : (NF EN 12143 / ISO 2173)

Principe :

Le degré Brix, est la fraction de saccharose dans un liquide, c'est-à-dire le pourcentage de matière sèche soluble.

Le réfractomètre (EUROMEX HOLLAND) utilise un faisceau de lumière qui est dévié différemment suivant la nature du milieu dans lequel il se propage. Suivant la teneur en sucre du jus, la déviation de la lumière du jour par l'échantillon varie et indique par une délimitation colorée le degré Brix.

Mode opératoire:

- On a nettoyé et séché le prisme de réfractomètre en utilisant l'eau distillée et du tissu doux .
- Pour fixer le zéro de l'appareil on ajoute une goutte d'eau distillée sur le prisme.
- On a appliqué une goutte de l'échantillon préalablement homogénéisé, sur la surface du prisme, puis on rabat le deuxième prisme sur le premier ce qui permet d'obtenir une couche uniforme du liquide.

Expression des résultats:

La lecture se fait directement, sur le réfractomètre

IV-3-2-Acidité titrable : (NA 691 / NF EN 12147)

Principe : L'analyse de l'acidité par méthode titrimétrique à l'aide d'une base de normalité connue.

Mode opératoire :

- Dans un Erlen de 250 ml.
- peser 5 g ($\pm 0,01$ g) de concentré.
- Ajouter 70 ml d'eau distillée.
- Mélanger à l'aide d'un agitateur magnétique.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de phénol phtaléine.
- Titrer avec la soude 1 fois normale (1N) jusqu'au virage rose.

Expression des résultats :

$$\text{Acidité} = V.14 \text{ (g/Kg)}$$

V : volume de la chute de burette (NaOH) en (ml).

14 : coefficient relatif à l'acide citrique.

IV-4-Analyses physico-chimiques sur les eaux :

IV-4-1-La dureté de l'eau : (NA 1655/ ISO 6058)

Principe : La dureté totale ou titre hydrométrique d'une eau, correspond à la somme des concentrations en Cations métalliques. Dans la plupart des cas elle est surtout due aux ions Ca^{++} et Mg^{++} .

Mode opératoire :

- Mettre 100ml d'eau dans un erlen de 250ml.
- Ajouter 15gouttes de noir d'ériochrome.
- Ajouter 2 ml de la solution de tampon Ammoniacal pH =10.
- Si la solution obtenue est bleu, donc TH= 0.
- si la solution obtenue est violette, procéder au titrage par la Solution de E.D.T.A 0,02 N jusqu'à virage bleu.

Expression des résultats :

$$\text{TH} = V_1 \quad (^\circ\text{F})$$

V_1 : Volume en ml de la solution E.D.T.A (ml).

IV-4-2-Les chlorures dans l'eau : (NA 6917 / ISO 9297)

Principe : Les chlorures sont dosés par une solution de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La réaction est indiquée par l'apparition de teinte rouge caractéristique de AgCl .

Mode opératoire :

- Prélever 10 ml d'eau à analyser dans un Erlen.
- Ajouter 3 gouttes de chromate de potassium (K_2Cr_4) à 10% .
- Titrer avec une solution d' AgNO_3 0,03N jusqu'à apparition d'un Précipité rougeâtre.

Expression des résultats :

$$\text{Cl}^- = V. 100 \text{ (mg/l)}$$

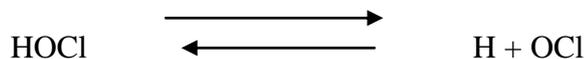
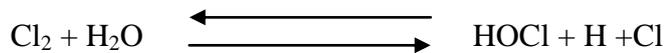
V : volume AgNO_3 versé.

IV-4-3-Le chlore libre : (NA 2063 / ISO 7393-3)

Principe :

Chlore libre : chlore présent sous la forme d'acide hypochloreux, d'ion hypochlorite ou de chlore élémentaire dissous.

Chlore total : chlore présent sous la forme de chlore libre ou de chlore combiné ou l'ensemble des deux (chlore élémentaire, acide hypochloreux, hypochlorite et chloramines). Réaction directe avec N, N- diéthylphénylène -1,4 diamine (DPD) et formation d'un composé rouge à pH compris entre 6.2 et 6.5. Mesurage de l'intensité de la couleur par comparaison visuelle de la couleur avec l'eau à analyser (témoin).



HOCl : acide hypochloreux.

OCl : hypochlorite.

Mode opératoire :

Méthode colorimétrique à la N, N- diéthylphénylène- 1,4 diamine ou DPD qui s'effectue comme suit :

- ✓ Remplir un tube colorimétrique jusqu'au premier trait (5ml) avec l'échantillon d'eau, Ceci est le blanc.
- ✓ placer ce tube dans l'ouverture supérieure gauche du comparateur (HACH).
- ✓ remplir un autre tube jusqu'au premier trait (5ml) avec l'échantillon d'eau.
- ✓ ajouter le contenu d'un sachet de réactif DPD chlore libre au second tube.
- ✓ agiter pour mélanger.
- ✓ placer le second tube dans l'ouverture supérieure droite du comparateur (HACH).
- ✓ tenir le comparateur face à une surface uniformément éclairée (ciel, lampe, fenêtre) et regarder par les ouvertures de la face antérieure du comparateur.
- ✓ tourner le disque jusqu'à égalité des teintes dans les deux ouvertures.

Expression des résultats :

Lire la concentration du chlore libre en mg/l dans la fenêtre de l'échelle.

IV-4-4-Le pH : (NA 2233)

Principe : La détermination du pH est réalisée à l'aide d'un pH mètre (HANNA HI 8424) par la méthode potentiométrique. C'est un appareil qui mesure la différence de potentiel entre deux électrodes, le potentiel de l'une indépendante du pH (c'est l'électrode de référence) et le potentiel de l'autre étant fonction du pH (c'est l'électrode de mesure généralement une électrode en verre).

Mode opératoire :

- * Mise sous tension du pH-mètre (HANNA HI 8424).
- * Mettre l'appareil sur ph.
- * Introduire l'électrode dans l'eau.
- * Laisser la valeur indiquée se stabilisée.
- * Faire la lecture du pH directement sur l'écran.
- * Rincer l'électrode par eau distillée après chaque utilisation.

Expression des résultats :

Lecture directe de la valeur pH sur le pH-mètre.

IV-5-Analyses physico-chimiques sur le produit semi-fini :

Les analyses suivantes ont été effectuées selon les protocoles précédemment développées :

IV-5-1-pH : le pH du jus de fruits avant pasteurisation a été déterminée selon la norme NA 2233.

IV-5-2-Le Brix : le Brix du jus de fruits avant pasteurisation a été déterminée selon la norme NF EN 12143 / ISO 2173.

IV-5-3-L'acidité titrable : l'acidité du jus de fruits avant pasteurisation a été déterminée selon la norme NA 691 / NF EN 12147.

IV-5-4-Le dosage de la vitamine C : (NF EN 14130)

Principe : Le dosage de la vitamine C est basé sur la réaction d'oxydation de l'acide ascorbique par l'iode en milieu acide.

Mode opératoire :

- ✓ Introduire 50 ml de notre jus dans une fiole.

- ✓ Ajouter 3 ml d'H₂SO₄ 0,1N.
- ✓ Ajouter quelques gouttes d'empois d'amidon à 0,5%.
- ✓ Effectuer le titrage avec l'iode à 1%.
- ✓ Noter le virage bleu.

Expression des résultats :

$$M = V \cdot 20 \cdot 4,4 \text{ (mg/l)}$$

M : la quantité de la vitamine C dans l'échantillon (mg/l).

V : le volume de l'iode utilisé (ml).

IV-6- Analyses physico-chimiques sur le produit fini :

Les analyses suivantes ont été effectuées selon les protocoles précédemment développées :

IV-6-1-pH : le pH du jus de fruits après traitement thermique a été déterminé selon la norme NA 2233.

IV-6-2-Le Brix : le Brix du jus de fruits après traitement thermique a été déterminé selon la norme NF EN 12143 / ISO 2173.

IV-6-3-L'acidité titrable : l'acidité du jus de fruits après traitement thermique a été déterminée selon la norme NA 691 / NF EN 12147.

IV-6-4-Le dosage de la vitamine C : la teneur en vitamine C du jus de fruits après traitement thermique a été déterminé selon la norme NF EN 14130.

IV-6-5-La densité : (AFNOR NF 19886)

Principe : Détermination de la densité correspondante du produit à contrôler par lecture directe.

Mode opératoire :

- ✓ Verser le produit dans l'éprouvette tenue inclinée afin d'éviter la formation de bulle d'air.
- ✓ Placer l'éprouvette verticale.
- ✓ Introduire doucement le densitomètre en le retenant dans sa descente, lorsqu'il a pris une position d'équilibre.

Expression des résultats :

La lecture est faite à la partie inférieure du ménisque.

IV-7-Analyses microbiologiques sur l'eau :

Vue l'importance de la qualité microbiologique de l'eau de process dans la détermination de la qualité hygiénique du produit fini, une analyse microbiologique est obligatoire et les germes recherchés selon le journal officiel N° 25 (**Anonyme, 1998**), sont les suivants:

IV-7-1-Recherche et dénombrement des germes revivifiants à 22 et à 37°C :

La recherche et le dénombrement des germes revivifiants se réalise à deux températures différentes afin de cibler à la fois les micro-organismes à tendance psychrophiles soit à 20°C et ceux franchement mésophiles soit 37°C.

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 2 fois 1ml dans deux boites de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées (figure 2, Annexe III).

Compléter ensuite chacune des boites avec 25 ml de gélose TGEA fondue puis refroidie à 45±1°C.

Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose.

Incubation :

- La première boite sera incubée, couvercle en bas à 22°C,
- La seconde sera incubée couvercle en bas à 37°C, pendant 72 heures.

Lecture :

Les germes revivifiants se présentent dans les deux cas sous forme de colonies lenticulaires poussant en masse.

- première lecture à 24 heures,
- deuxième lecture à 48 heures,
- troisième lecture à 72 heures.

Dénombrement :

Il s'agit de dénombrer toutes les colonies, en tenant compte deux remarques suivantes :

1. Ne dénombrer que les boites contenant entre 15 et 300 colonies,
2. Le résultat sera exprimé par ml d'eau à analyser à 22° et à 37°C.

IV-7-2-Recherche et dénombrement des Coliformes totaux à 37°C et Coliformes fécaux à 44°C :

Principe : La recherche et le dénombrement des Coliformes est faite en milieu liquide par la technique du NPP (Nombre le Plus Probable).

La technique en milieu liquide fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- le test de présomption : réservé à la recherche des Coliformes totaux.
- le test de confirmation : encore appelé test de Mac Kenzie et réservé à la recherche des Coliformes fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption.

Mode opératoire :

- **Test de présomption :**

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- ✓ 50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.
- ✓ 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.
- ✓ 5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham (figure 3, Annexe III).

Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

Incubation :

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Lecture :

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

- ✓ un dégagement gazeux (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche),
- ✓ un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune.

Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites.

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP qui figure en annexe IV.

- **Test de confirmation ou test de Mac Kenzie :**

Principe : Le test de confirmation ou test de Mac Kenzie est basé sur la recherche de Coliformes thermotolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli*.

Les coliformes thermotolérants ont les mêmes propriétés de fermentation que les coliformes mais à 44°C.

Mode opératoire :

Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des Coliformes totaux feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée dans tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham (figure 4, Annexe III).

Chasser le gaz présent éventuellement dans les Cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

Incubation :

L'incubation se fait à 44°C pendant 24 heures.

Lecture :

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois : un dégagement gazeux, et un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia Coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kowacs.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP en tenant compte du fait qu'*Escherichia Coli* est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44°C.

IV-7-3-Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux à 37°C :

Principe :

La recherche et le dénombrement des Streptocoques fécaux est faite en milieu liquide par la technique du NPP (Nombre le plus probable).

Cette technique fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- le test de présomption : sur milieu de Rothe.
- le test de confirmation : réservé à la confirmation des Streptocoques fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption sur milieu Eva Litsky.

Mode opératoire :

- **Test de présomption :**

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- ✓ 50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu Rothe D/C.
- ✓ 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe D/C.
- ✓ 5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe S/C (figure 5, Annexe III).
- ✓ Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

Incubation :

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Lecture :

Sont considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien, seulement ces derniers doivent absolument faire l'objet d'un repiquage sur milieu Eva Litsky dans le but d'être confirmés.

- **Test de confirmation :**

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoques fécaux éventuellement présents dans le test de présomption.

Les tubes de Rothe trouvés positifs feront donc l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée dans un tube contenant le milieu Eva Litsky (figure 6, Annexe III).

Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

Incubation :

L'incubation se fait à 37°C, pendant 24 heures.

Lecture :

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- un trouble microbien, et
- une pastille blanchâtre au fond des tubes.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP qui figure en annexe IV.

IV-7-4-Recherche et dénombrement des Spores d'Anaérobies Sulfite-Réducteurs 45°C :

Principe :

Les anaérobies sulfite-réducteurs, se présentent sous forme de bactéries Gram +, se développant en 24 à 48 heures sur une gélose Viande Foie en donnant des colonies typiques réduisant le sulfite de sodium (Na_2SO_3) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de Fe^{2+} donne FeS (sulfure de fer) de couleur noire.

Les spores des ASR constituent généralement des indices de contamination ancienne.

Mode opératoire :

A partir de l'eau à analyser :

- ✓ prendre 25 ml dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80°C pendant 8 à 10 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes.
- ✓ Après chauffage, refroidir immédiatement le tube en question, sous l'eau de robinet.
- ✓ Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube.
- ✓ Ajouter environ 15 ml de gélose Viande Foie, fondue puis refroidie à $45 \pm 1^\circ\text{C}$, additionnée d'une ampoule d'Alun de fer et d'une ampoule de Sulfite de sodium.
- ✓ Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant les bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène (figure 7, Annexe III).
- ✓ Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ.

Incubation :

Incuber à 37°C, pendant 24 à 48 heures.

Lecture :

- ✓ La première lecture doit absolument être faite à 16 heures car très souvent les colonies des ASR sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile voire impossible, la deuxième lecture se fera à 24 heures et la troisième et dernière à 48 heures.
- ✓ Dénombrer toute colonie noire de 0,5 mm de diamètre, poussant en masse.

IV-8-Analyses microbiologiques sur le concentré de jus de fruit et le produit fini :

IV-8-1- Préparation des échantillons en vue d'une analyse microbiologique sur le concentré de jus de fruit et le produit fini :

Principe : La préparation des échantillons en vue d'une analyse microbiologique nécessite au préalable une prise d'essai dans des conditions aseptiques.

Mode opératoire :

Les Jus étant des produits liquides constitueront d'emblée donc une solution mère.

Le Concentré étant des produits solides, feront l'objet de dilutions décimales, mais au préalable il est nécessaire de procéder à leur homogénéisation.

- **Cas des produits liquides :**

Dans le cas des produits liquides, le mélange de cinq bouteilles de jus constituera la solution mère.

- ❖ **Dilutions décimales :**

- ✓ Introduire ensuite aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile, 1 ml de la SM, dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml du même diluant : cette dilution est alors au 1/10 ou 10^{-1} .

- ✓ Introduire par la suite 1ml de la dilution 10^{-1} dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml du même diluant : cette dilution est alors au 1/100 ou 10^{-2} .

- ✓ Introduire ensuite aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile, 1 ml de la dilution 10^{-2} dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml du même diluant ; cette dilution est alors au 1/1000 ou 10^{-3} (figure 8, Annexe III).

- **Cas des produits solides :**

Dans le cas des produits solides tels que le concentré, introduire aseptiquement 25 grammes de produit à analyser dans un bocal stérile préalablement taré contenant au préalable 225 ml de diluant soit le TSE. Homogénéiser.

Cette suspension constitue alors la dilution mère, qui correspond donc à la dilution 1/10 ou 10^{-1} .

- ❖ **Dilutions décimales :**

- ✓ Introduire ensuite aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile 1ml de la DM, dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml du même diluant : cette dilution sera alors au 1/100 ou 10^{-2} .

✓ Introduire par la suite 1ml de la dilution dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml du même diluant : cette dilution sera alors au 1/100 ou 10^{-3} (figure 9, Annexe III).

Ces dilutions serviront à la recherche des germes suivants :

- Germes aérobies mésophiles totaux,
- Coliformes totaux et *Escherichia coli*,
- Anaérobies Sulfito-Réducteurs (prendre 2 dilutions décimales),
- *Staphylococcus aureus*,
- Levures et Moisissures.

IV-8-2-Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux à 30°C dans le Jus et le Concentré :

Mode opératoire :

A partir des dilutions décimales allant de 10^{-1} à 10^{-3} , porter aseptiquement 1 ml dans une boîte de Pétri vide préparée à cet usage et numérotée comme.

Compléter ensuite avec 25 ml de gélose TDYM fondue puis refroidie à $45\pm 1^{\circ}\text{C}$ (figure 10, Annexe III).

Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée.

Incubation :

Les boîtes seront incubées couvercle en bas à 30°C pendant 72 heures.

Lecture :

Les colonies des GAMT se présentent sous forme lenticulaire en masse.

- première lecture à 24 heures,

- deuxième lecture à 48 heures,

- troisième lecture à 72 heures.

Dénombrement :

Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur les boîtes en tenant compte des facteurs suivants :

- ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies,
- multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution,
- faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions.

IV-8-3-Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et *Escherichia coli* dans le jus et concentré :

Principe : Dans les Jus de fruits et les concentrés, les Coliformes sont dénombrés en milieu liquide par la technique du NPP (nombre le plus probable) à l'aide du bouillon VBL (bouillon lactosé bilié au vert brillant) réparti à raison de 10 ml par tubes munis d'une cloche de Durham.

Cette technique fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- le test de présomption : réservé à la recherche des Coliformes totaux.
- le test de confirmation : appelé encore test de Mac Kenzie et réservé à la recherche des Coliformes fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption.

Mode opératoire :

- **Test de présomption :**

Préparer dans un portoir une série de tubes contenant le milieu sélectif VBL à raison de trois tubes par dilution.

A partir des dilutions décimales 10^{-1} à 10^{-3} , porter aseptiquement 1 ml dans chacun des trois tubes correspondant à une dilution donnée (figure 11, Annexe III).

Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

Incubation : L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Lecture :

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

- ✓ un dégagement gazeux (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche),
- ✓ un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune.

Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites.

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady qui se trouve en annexe IV.

- **Test de confirmation ou test de Mac Kenzie :**

Les tubes de VBL trouvés positifs lors du dénombrement des Coliformes totaux feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée dans à la fois :

- un tube de VBL muni d'une cloche et sur,
- un tube d'eau peptonée exempte d'indole (figure 11, Annexe III).

Chasser le gaz présent éventuellement dans les Cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

Incubation : L'incubation se fait à 44°C pendant 24 heures.

Lecture :

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- un dégagement gazeux dans les tubes de VBL,
- un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia Coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kowacs dans le tube d'eau peptonée exempte d'indole.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table de Mac Grady en tenant compte du fait qu'*Escherichia Coli* est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44°C.

IV-8-4-Recherche de spores d'Anaérobies Sulfito-Réducteurs dans le Jus et le Concentré :

Principe : Dans les Jus de fruits et les concentrés, la recherche des spores d'anaérobies sulfito-réducteurs et de *Clostridium perfringens* se fait sur gélose Viande – Foie.

Mode opératoire :

Les tubes contenant les dilutions 10^{-1} à 10^{-2} et seront soumis :

- d'abord à un chauffage à 80°C pendant 8 à 10 minutes,
- 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.

A partir de ces dilutions, porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution en double dans deux tubes à vis stériles, puis ajouter 15 ml de gélose Viande Foie prête à l'emploi, dans chaque tube (figure 12, Annexe III). Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes.

Incubation :

Ces tubes seront ainsi incubés à 37°C pendant 16, 24 ou au plus tard 48 heures.

Lecture :

La première lecture doit se faire impérativement à 16 heures, car,

- d'une part les colonies de Clostridium Sulfito-réducteurs sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant alors l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse est à refaire.
- d'autre part, il faut absolument repérer toute colonie noire ayant poussé en masse et d'un diamètre supérieur à 0,5 mm.

Dans le cas où il n'y a pas de colonie caractéristique ré-incuber les tubes et effectuer une deuxième lecture au bout de 24 heures voire 48 heures.

IV-8-5-Recherche de *Staphylococcus aureus* dans le jus et le concentré :

Principe : La recherche de *Staphylococcus aureus* à partir du jus de fruits et du concentré se fait selon la méthode d'enrichissement sur milieu de Giolliti Cantonii.

Mode opératoire :

- **Préparation du milieu d'enrichissement :**

Au moment de l'emploi, ouvrir aseptiquement le flacon contenant le milieu de Giolliti Cantonii pour y ajouter 15 ml d'une solution de Téliurite de Potassium.

Mélanger soigneusement. Le milieu est alors prêt à l'emploi.

- **Ensemencement :**

- ✓ A partir des dilutions décimales retenues, porter aseptiquement 1 ml par dilution dans un tube à vis stérile.
- ✓ Ajouter par la suite 15 ml du milieu d'enrichissement (figure 13, Annexe III).
- ✓ Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

Incubation : L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Lecture :

Seront présumés positifs, les tubes ayant virés au noir.

Pour s'assurer qu'il s'agit bien d'un développement de *Staphylococcus aureus*, ces tubes feront l'objet d'une confirmation par isolement sur gélose Chapman préalablement fondue, coulée en boîtes de pétri et bien séchées.

Les boîtes de Chapman ainsi ensemencées seront incubées à leur tour à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Après ce délai, repérer les colonies suspectes à savoir les colonies de taille moyenne, lisses, brillantes, pigmentées en jaune et pourvues d'une catalase et d'une coagulase.

Expression des résultats :

Si dans une des dilutions, le tube noirci au bout de 24 heures d'incubation, et à l'isolement, il y a des colonies caractéristiques, il faut tenir compte de la dilution en question, car le nombre réel de *Staphylococcus aureus* correspond à l'inverse de la dilution.

IV-8-6-Recherche et dénombrement de levures et moisissures dans le Jus et le concentré :

Principe : Dans les Jus de fruits et les concentrés, la recherche des Levures et Moisissures se fait sur gélose OGA ou Sabouraud. Dans notre cas nous allons utiliser la gélose Sabouraud.

Mode opératoire :

- ✓ A partir des dilutions décimales, 10^{-1} à 10^{-3} , porter aseptiquement 4 gouttes dans une boîte de pétri contenant de la gélose Sabouraud (figure 14, Annexe III) ;
- ✓ Etaler les gouttes à l'aide d'un râteau stérile, puis incuber à 22°C pendant 5 jours.

Dans le souci de ne pas se trouver en face de boîtes envahies soit par les Levures soit par les Moisissures, on doit effectuer des lectures et des dénombrements tous les jours, Levures à part et les Moisissures à part.

- ✓ Opérer de la même façon et dans les mêmes conditions, avec le diluant (TSE), c'est-à-dire qu'il faut prendre quatre gouttes du diluant, les étaler avec un râteau à part et les incuber dans le même endroit que les boîtes tests, cette boîte constitue le témoin diluant.

- ✓ Incuber telle quelle, une boîte du milieu Sabouraud, cette dernière sera incubée également telle quelle dans le même endroit et dans les mêmes conditions de température, elle constitue le témoin du milieu.

- ✓ Au moment de la lecture, commencer obligatoirement par les deux boîtes témoin milieu et diluant, si l'une d'entre elles est contaminée, l'analyse est ininterprétable donc à refaire.

Interprétation des résultats :

- Etant donné d'une part, qu'on a pris 4 gouttes des dilutions décimales,
- Etant donné d'autre part, qu'on considère que dans 1 ml, il y a 20 gouttes,
- Pour revenir à 1 ml, il faut multiplier le nombre trouvé par 5.
- Par ailleurs, étant donné qu'on a travaillé avec des dilutions décimales, on doit multiplier le nombre trouvé par l'inverse de la dilution correspondante, puis exprimé le résultat final en ml ou en gr de produit à analyser.

IV-9-Analyses sensorielles sur le produit fini : (NA 2839)

Principe :

Lors de cette analyse nous avons procédé à l'évaluation des différents critères organoleptiques de notre jus à savoir le goût ; la couleur ; l'odeur et l'aspect.

Mode opératoire :

Un jury de dégustation composé de six personnes dont trois hommes et trois femmes d'âge différent, pris au hasard.

Expression des résultats :

Le jury de dégustation a reçu des fiches destinées à noter le produit, ainsi qu'à donné leurs appréciations.

+++ : Très bon.

++ : Bon.

+ : Moyennement bon.

Chapitre I :

Généralités sur les jus de fruits

I-1-Définition du jus de fruits :

Selon le CODEX STAN 247-2005(**Anonyme, 2005**), le jus de fruits est défini comme suit :

« Le liquide non fermenté, mais fermentescible, tiré de la partie comestible de fruits sains, parvenus au degré de maturation approprié et frais ou de fruits conservés dans de saines conditions par des moyens adaptés.

Le jus est obtenu par des procédés adaptés qui conservent les caractéristiques physiques, chimiques, organoleptiques et nutritionnelles essentielles des jus de fruit dont il provient. Le jus peut être trouble ou clair et peut contenir des substances aromatiques et de la pulpe, à condition qu'ils proviennent des mêmes espèces de fruits et soient obtenus par des moyens physiques adaptés. »

I-2-Classification des jus de fruits:

➤ Jus de fruits, 100% purs jus :

Ce sont des jus obtenus à partir de fruits frais, pressés par des procédés mécaniques. Ces jus ne sont pas additionnés ni de colorants ni de conservateurs, aucune adjonction de sucre n'est effectuée, ils restent riches en vitamine C (**Benamara et Agougou, 2003**).

➤ Les jus à base de concentré :

Selon le Decret n°2003-838 du 1 septembre 2003 du JORA(**Anonyme, 2003**), le jus de fruit obtenu à partir d'un concentré est défini comme : « Le produit obtenu en remettant dans le jus de fruit concentré l'eau extraite du jus lors de la concentration, ainsi qu'en restituant les arômes et, le cas échéant, la pulpe que le jus a perdu mais qui ont été récupérés lors du processus de production du jus de fruit dont il s'agit ou de jus de fruit de la même espèce. L'eau ajoutée doit présenter des caractéristiques appropriées, notamment du point de vue chimique, microbiologique et organoleptique, de façon à garantir les qualités essentielles du jus.

Le produit ainsi obtenu doit présenter des caractéristiques organoleptiques et analytiques au moins équivalentes à celles d'un jus obtenu à partir de fruits de la même espèce ».

➤ Les jus déshydratés :

Le produit est obtenu à partir de jus de fruits d'une ou plusieurs espèces par l'élimination physique de la quasi-totalité de l'eau de constitution, ils sont sous forme de poudre. En général ces jus ont gardés leurs vitamines (**Benamara et Agougou, 2003**).

➤ **Les nectars :**

Certaines variétés de fruits donnent un jus difficilement consommable tel quel soit parce qu'il est trop acide (cassis), soit parce qu'il est trop épais (abricot). Pour améliorer les qualités gustatives des jus de ces fruits, il faut les rendre plus légers ou plus doux par addition d'eau et souvent de sucre ou de miel au jus de fruit ; la boisson ainsi obtenue est appelée nectar (**Beton et Brochard, 1996**).

C'est donc, un produit pulpeux non fermenté mais fermentescible. La réglementation précise l'acidité minimale du produit fini ainsi que la teneur minimale en jus (**Vierling, 1998**).

➤ **Les jus gazéifiés :**

Ce sont des jus saturés par le gaz carbonique qui augmente la propriété rafraichissante (**Benamara et Agougou, 2003**).

➤ **Les jus corrigés :**

Ce sont des jus additionnés de sucre ou de sirop qui adoucissent le goût acide de certains jus naturels. Le sucre est ajouté dans les jus sans pulpe et le sirop dans le jus pulpeux pour leur donner la consistance d'une boisson (**Benamara et Agougou, 2003**).

➤ **Les jus fruités :**

Ils sont préparés à partir de deux à quatre espèces de jus de fruits avec addition de sirop de sucre à une faible concentration. La masse fruitière y compte 30-50 % (**Benamara et Agougou, 2003**).

I-3-Concentration des jus de fruits :

Le jus peut subir une concentration et peut être ultérieurement reconstitué avec de l'eau, la concentration convient pour conserver les facteurs essentiels de la composition et de la qualité du jus (**Albagnac et al., 2002**).

La concentration des jus de fruit est préjudiciable à la qualité du jus reconstitué, mais elle est indispensable pour la distribution de ce produit, car les quantités consommées et le coût des transports, ne permettent plus une distribution des jus à l'état naturel; pour cela il faut rendre cette concentration la plus performante possible, tout en veillant au coût économique de cette opération (**Espiard, 2002**).

Sont connus deux procédés d'élimination d'une partie de l'humidité des jus de fruits :

a. Procédé frigorifique : la congélation :

Les concentrés de plus haute qualité sont obtenus par la congélation d'une partie de l'eau contenue dans le jus. Le jus subit une congélation rapide, les cristaux de glace sont ôtés par

centrifugation. Aucun changement n'a lieu dans la composition du jus; sont sauvegardées quantitativement et qualitativement les substances aromatiques et autres (**Benamara et Agougou, 2003**).

b. Procédé thermique: l'évaporation :

Habituellement par évaporation, on élimine environ 50 % d'humidité contenue dans le jus. Quelque fois ce chiffre dépasse 65 %. Le jus destiné à la concentration doit être cristallin et complètement dépectiné (**Benamara et Agougou, 2003**).

I-4-Composition chimique d'un jus :

- **Composition chimique du concentré:**

- ❖ **L'eau:**

L'eau n'est pas tant un composé alimentaire comme les protéines, les graisses et les sucres, elle n'est pas une source d'énergie mais sans l'eau l'organisme humain ne peut pas fonctionner et vivre. L'eau est le composant chimique dominant dans la majorité des espèces de la matière première végétale. Habituellement elle représente 70 à 90 % de la masse fraîche (**Benamara et Agougou, 2003**).

- ❖ **Les glucides:**

Les substances nutritives principales des jus naturels demeurent le sucre de fruits ou fructose ($C_6H_{12}O_6$). Ce sucre est directement assimilé par l'organisme. De ce point de vue le sucre de fruits possède une supériorité importante devant le saccharose ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Grâce à cette assimilabilité, le fructose des jus est pourvu de capacité de consolider l'organisme affaibli et épuisé (**Anonyme, 2012**).

Le fructose est absorbé plus lentement que le glucose ($C_6H_{12}O_6$) et disparaît deux fois plus vite de la circulation. Il provoque, à quantités équivalentes, une montée glycémique et une réponse insulinaire moindres que celles du glucose. Ces paramètres doivent être pris en compte dans l'alimentation des diabétiques et des sportifs (**Anonyme, 2012**).

Les glucides sont importants car ils sont responsables de la saveur de la boisson et influent sur sa consistance et ses propriétés rhéologiques. Ils ont ainsi une influence remarquable sur les constituants de la boisson. En effet, la présence de glucides modifie la perception sensorielle des arômes (**Robards et Antolovich, 1995**).

- ❖ **Les protéines :**

Sont des composants organiques de haut poids moléculaire, se désagrègent lors de l'hydrolyse en acides aminés. (**Benamara et Agougou, 2003**).

Environ 70 % de l'azote organique se trouve dans le jus sous forme d'acides aminés libres (**SassKiss et Sass, 2002**).

❖ Les lipides:

Sont appelés lipides, les graisses d'origine végétale ou animale, proche selon leurs propriétés physico-chimiques mais différentes selon leurs rôles dans l'organisme. Les graisses contenus dans les végétaux peuvent s'y trouvés sous forme de graisses de réserve ou de composants structurels du cytoplasme cellulaire (**Benamara et Agougou, 2003**).

La matière lipidique du jus est composée surtout d'acides gras : acide linoléique (27.1 à 35.2 %), acide oléique (24.1 à 26.7 %), acide palmitique (21.2 à 23.3 %), et de faible proportion d'acides palmitoléique. Les lipides jouent unrôle essentiel dans la flaveur du jus, car ils constituent le milieu ou sont solubles la majorité des composés volatils. D'autre part, ils contribuent à l'opalescence du jus (**Rangana,1983**).

❖ Les substances aromatiques :

Elles leur confèrent un gout et une odeur caractéristiques. Elles représentent un mélange de différents aldéhydes, cétones, alcools, esters et autres composés. Souvent la matière première renferme jusqu'a 100 composants aromatiques.Pour avoir une idée sur la teneur en substances aromatiques dans les jus on peut citer le jus de pomme ou cette teneur est de 15mg /kg de jus (**Benamara et Agougou, 2003**).

❖ Les acides organiques:

L'acidité de la boisson à base de fruit est due principalement aux acides citrique et malique et dans une moindre mesure à l'acide succinique. Cette acidité, généralement entre 0.5 et 1.1 d'acide citrique par litre de boisson, se traduit par un pH compris entre 3 et 3.5. Elle a un rôle fondamental dans la saveur acidulée de la boisson (**Ahmed et Dennison, 1978**).

❖ Les Eléments minéraux :

Ils sont indispensables pour les processus vitaux de tous les organismes vivants. Sept substances minérales : le calcium, le sodium, le magnésium, le potassium, le phosphore, le chlore et le soufre sont nécessaires pour l'organisme en assez grande quantité, de l'ordre de lg. Les autres : le cobalt, le cuivre, l'iode, le fer, le manganèse, le molybdène et le zinc sont nécessaires en quantité de l'ordre de millième de pour-cent. Les éléments minéraux sont répartis inégalement dans les différentes parties des fruits(**Benamara et Agougou, 2003**).

La contribution des sels minéraux à la flaveur d'une boisson fruitée n'est pas très bien élucidée (**Roussef et Naggy, 1994**).

❖ Les enzymes :

Contenues dans les fruits et les légumes, ils subissent de différents changements lors de traitements de conservation.

L'activité des enzymes dépend d'une large mesure de la température et du pH du milieu et chaque enzyme est active dans un intervalle déterminé de ces paramètres (**Benamara et Agougou, 2003**).

❖ Les pigments:

Ils sont essentiellement présents dans la matière première végétale (la chlorophylle, les caroténoïdes). Ces pigments sont responsables de la couleur et de la saveur (**Benamara et Agougou, 2003**).

❖ Les vitamines :

Les vitamines sont des substances organiques, sans valeur énergétique propre, qui sont nécessaires à l'organisme et que l'homme ne peut synthétiser en quantité suffisante. Elles doivent donc être fournies par l'alimentation (**Bourgeois, 2003**).

Chapitre II : Généralités sur le cocktail 9fruits-9vitamines light

II-1-Définition d'un jus de fruit sans sucre ajouté :

Selon **Espirad. (2002)**, le jus de fruit sans sucre ajouté ou light est un jus sans saccharose ajouté, il contient les glucides de fruit et est donc moins hyperglycémiant que les jus de fruits standards.

Le sucre est remplacé par des produits de substitution appelés édulcorants de synthèse : aspartame, saccharine, acésulfame de potassium. Ils sont utiles pour sucrer le jus si le besoin s'en fait sentir en diminuant les calories et la quantité de glucides. Ils ont tous comme inconvénient de prolonger l'habitude du goût sucré.

II-2-Objectifs de la supplémentation des boissons en vitamines :

Selon **Apfelaumb et al. (2004)**, les jus de fruits, comme tous les autres produits alimentaires, ne peuvent être enrichis qu'après avis de la CEDAP (commission internationale d'étude des produits destinés à une alimentation particulière) sur un dossier de présentation et de justification ; Elle peut avoir plusieurs objectifs :

- o Ajout pour restaurer dans la boisson la qualité initialement présente et perdue lors du processus de fabrication; car ces vitamines sont intéressantes et justifient la réputation et le rôle antioxydant des jus de fruits. Ces vitamines interviennent dans le mécanisme de protection de l'organisme grâce à leur capacité à convertir les radicaux libres en substances inactives et à protéger les cellules de l'agression des peroxydes.
- o Ajout pour enrichir la boisson en vitamines et communiquer sur cette valeur ajoutée auprès du consommateur (impact marketing).
- o Ajout de vitamines en tant que colorant ; cette coloration est autorisée pour les boissons aux fruits, les boissons sans alcool aux extraits végétaux ou aux arômes artificiels et les sirops mais est interdite pour les purs jus de fruits et les nectars ;
- o Ajout de vitamines en tant qu'antioxydant pour assurer une meilleure conservation de la boisson au cours de son vieillissement.

II-3-Généralités sur les fruits du cocktail « 9fruits, 9vitamines light » :

➤ Ananas :

Originnaire d'Amérique tropicale, sa culture connaît un grand développement dans les régions voisines des Tropiques du Cancer et du Capricorne. Appartient à la famille des

Bromeliaceae et est riche en calcium, fer, magnésium, phosphore, potassium ainsi qu'en vitamines A, B, C, E (Le belle et Renard, 1997).

➤ **Banane :**

D'origine Philippines et Asie sud orientale. Fait partie de la famille des *Musaceae*, la banane est riche en amidon, en potassium et en vitamines A, B et C (Le belle et Renard, 1997).

➤ **Citron :**

Originnaire de Chine et faisant partie de la famille des *Rutaceae*, le citron contient 6 à 10% d'acide citrique. Il est riche en vitamine C, en eau et contient un bon nombre de minéraux dont le potassium (Anonyme, 2006).

➤ **Mangue :**

Originnaire d'Asie du sud et régions tropicales de basses altitudes, pouvant vivre plus de 300 ans et monter après de 35 mètres. Elle est particulièrement riche en calcium, potassium et Vitamines A, B et C (Le belle et Renard, 1997).

➤ **L'orange :**

Appartenant à la famille des *Rutaceae*. L'orange est originaire du sud-est asiatique et est particulièrement riche en eau, vitamine C, acide citrique, fibres et potassium (Anonyme, 2006).

➤ **Pamplemousse :**

Comme l'orange, le pamplemousse appartient à la famille des *Rutaceae* et vient du sud-est asiatique, la vitamine C y est de 57mg pour 100g (Anonyme, 2006).

➤ **Fruits de la Passion :**

Se trouve en Amérique du sud, en Afrique et en Asie du sud-est et est issue de la passiflore, il est riche en vitamines A et C (Le belle et Renard, 1997).

➤ **Poire :**

Originnaire du nord de l'Asie centrale, les régions tempérées d'Europe et d'Asie occidentale et appartient à la famille des *Rosaceae* (Espiard, 2002).

➤ **Pomme :**

Vient d'Asie mineure, c'est par contre le fruit le moins répandu à l'est de l'Europe. Fait partie de famille *Rosaceae*, la pomme est riche en vitamines A, B1, B2, C et contient un bon

nombre de minéraux, calcium, phosphore, magnésium, potassium, soufre, etc....(Espiard, 2002).

II-4-Généralités sur les vitamines du cocktail « 9fruits-9vitamines light» :

- **Vitamine B₁ :**

La vitamine B₁ ou la thiamine, de formule brute C₁₂H₁₇ClN₄OS. Elle est nécessaire au bon fonctionnement du système nerveux et des muscles. Il n'en existe pas de réserve notable et tout supplément est perdu dans les urines lorsque l'organisme est déjà saturé. Le besoin de l'homme est estimé à 5mg/jour (Tremolieres, 1997).

- **Vitamine B₃:**

L'appellation de vitamine PP C₆H₅NO₂ correspond à deux composés :

-l'acide nicotinique ou niacine.

-le nicotinamide, amide de l'acide nicotinique.

Le nicotinamide est le précurseur de deux dérivés particulièrement importants sur le plan métabolique :

-le nicotinamide adeninedinucleotide (NAD) ;

-le nicotinamide adeninedinucleotide phosphate (NADP) (Bourgeois, 2003).

Elle est aussi appelée vitamine PP pour PellagraPreventive car une carence en cette vitamine est responsable de la pellagre. Son besoin est de 10 à 20mg /jour (Tremolieres, 1997).

- **Vitamine B₅ :**

La vitamine B₅ ou acide pantothénique de formule brute C₉H₁₇O₅N (Bourgeois, 2003).

A moins d'utiliser des aliments très spécialement purifiés, sa carence n'existe pas. Le besoin de l'homme est mal préciser(Tremolieres, 1997).

- **Vitamine B₆ :**

Cette vitamine se trouve sous trois formes différentes : pyridoxal,pyridoxamine etpyridoxine, qui, bien que n'ayant pas la même activité pour les microorganismes, semblent être utilisés à égalité par l'homme (Bourgeois, 2003).

- **Vitamine B₈ :**

La vitamine B₈ ou biotine ou encore vitamine H de formule brute C₁₀H₁₆O₃N₂S (**Bourgeois, 2003**).

C'est une coenzyme qui participe au métabolisme des acides gras, des glucides et des acides aminés, ainsi qu'à la biosynthèse des vitamines B₉ et B₁₂(**Tremolieres, 1997**).

- **Vitamine B₉ :**

La vitamine B₉ ou acide folique de formule brute C₁₉H₁₉O₆N₇(**Bourgeois, 2003**).

Certaines sprues et anémies sont guéries par elles.Chez l'homme, les besoins en acide folique et substances apparentées sont de l'ordre de 0,5 mg par jour (**Tremolieres, 1997**).

- **Vitamine B₁₂ :**

La vitamine B₁₂, ou cobalamine, de formule brute C₇₂H₁₀₀CON₁₈O₁₇P, est une macromolécule (**Bourgeois, 2003**).

Physiologiquement, elle est essentielle au fonctionnement normal du cerveau (elle participe à la synthèse de neuromédiateurs), du système nerveux (elle est indispensable au maintien de l'intégrité du système nerveux et tout particulièrement de la gaine de myéline qui protège les nerfs et optimise leur fonctionnement) et à la formation du sang(**Tremolieres, 1997**).

- **Vitamine E :**

La vitamine E est le terme générique utilisé habituellement pour designer les différents tocophérols, sa formule brute C₂₉H₅₀O₂, La vitamine E a la capacité de capter et de stabiliser l'électron célibataire des radicaux libres, c'est donc un antioxydant (**Bourgeois, 2003**).

Une carence en vitamine E produit des métaplasies cellulaires. Les rations moyennes de l'homme sont de 10 à 20mg/jour (**Tremolieres, 1997**).

- **Vitamine C:**

Ou acide ascorbique de formule brute C₆H₈O₆ (**Bourgeois, 2003**).

L'acide L-ascorbique est un anti scorbutant (d'ou son nom). Le scorbut est une maladie provoquée par une carence en vitamine C. L'acide L-ascorbique est souvent associé à d'autres médicaments (aspirine vitamine C).En effet, il renforce les défenses naturelles de l'organisme (dans les états grippaux notamment). La vitamine C améliore également l'élasticité de la peau en favorisant la synthèse du collagène, elle a de ce fait un effet anti-veillissant (**Anonyme, 2000**).

II-5-L'eau de process:

L'eau de boisson ou eau potable peut être définie en se référant à l'OMS, comme une eau ne renfermant pas de substances dangereuses, ni germes nocifs pour la santé. En outre, il doit être aussi agréable à boire (**Bontoux, 1989**).

Les origines de l'eau sont différentes : sources jaillissantes de forage ou de puits et de surface : fleuves, rivières, lacs, étangs (**Apfelaumb et al., 2004**).

Du point de vue quantitatif, l'eau prime de loin sur tous les autres constituants : les jus de pomme de raisin et d'orange renferment respectivement en moyenne 84,8%, 82,5%, 87,2% d'eau qui doit être potable donc non susceptible de porter atteinte à la santé de celui qui la consomme (**Gachot, 1995**).

II-6-Les additifs alimentaires utilisés lors de l'élaboration du cocktail « 9fruits-9vitamines light » :

On entend par « additif alimentaire » toute substance qui n'est pas normalement consommée en tant que denrée alimentaire en soi et n'est pas normalement utilisée comme ingrédient caractéristique d'une denrée alimentaire, qu'elle ait ou non une valeur nutritive, c'est donc l'addition intentionnelle à la denrée alimentaire, dans un but technologique ou organoleptique à une quelconque étape de la fabrication, de la transformation, de la préparation, du traitement, du conditionnement, de l'emballage, du transport ou du stockage de ladite denrée (**Multon, 2002**). On s'est limité dans cette partie de développer les additifs qui rentrent dans la composition du produit « 9fruits-9vitamines light »

❖ Les conservateurs :

Les conservateurs font partie de la panoplie des techniques et des moyens qui doivent assurer:

-La sécurité du consommateur, par l'inhibition du développement des micro-organismes pathogènes éventuellement présents et de la production des toxines microbiennes ;

-La stabilité organoleptique de l'aliment, par l'inhibition de la multiplication des micro-organismes d'altération.

En revanche, les conservateurs ont un effet essentiellement bactériostatique, leur effet létal est limité. De plus, au cours du temps, ils peuvent s'altérer par oxydation ou sous l'action des enzymes microbiennes et perdre ainsi toute efficacité (**Multon, 2002**).

- **L'acide critique E330 :**

Il fait partie d'un groupe de conservateurs très important qui inhibe la croissance des bactéries et des champignons et ont aussi une action sur la germination des spores bactérienne (Multon, 2002).

- ❖ **Les colorants:**

L'utilisation des colorants en alimentation ne présente aucun intérêt nutritionnel puisqu'elle répond au seul souci d'une meilleure présentation. On doit donc considérer les colorants alimentaires comme les additifs les moins indispensables surtout si on les compare aux conservateurs dont les nécessités sont plus justifiées même sur le plan de santé (Multon, 2002).

- **Les caroténoïdes E160 :**

Ce sont des pigments naturels largement répandus dans la nature et à l'origine de teinte brillante : jaune, orange et rouge dans de nombreux fruits comestibles, de légumes, de champignons, de fleurs. Les plus connus sont le carotène et le lycopène (Multon, 2002).

- ❖ **Les édulcorants :**

On appelle édulcorants les molécules douées de pouvoir sucrant, capable de générer la saveur sucrée. En langage usuel, on utilise ce mot pour les produits à saveur sucrée autre que le sucre.

Ces substances ont été utilisées lors de la dernière guerre mondiale lorsque le sucre faisait défaut. Elles connaissent un renouveau très fort depuis que la tendance est à « la mode minceur » et que des régimes comme celui des diabétiques ou autre ont fait leur apparition (Roudaut et Lefrancq, 2005).

- **La saccharine :**

Est le plus ancien des édulcorants artificiels, découverte accidentellement en 1879 par Ira Remsen ; elle est référencée sous le numéro E954. La saccharine a un pouvoir sucrant 300 fois plus élevé que le sucre. Elle n'apporte aucune calorie et est éliminée du corps par le système digestif sans passer dans le sang. Aucune étude n'a jamais démontré un risque pour la santé à des doses normales (Peter et al., 2004).

- **L'acésulfame potassium :**

L'acésulfame potassium est le sel de potassium de l'acésulfame, aussi connu sous le nom de acésulfame K. été découvert accidentellement en 1967 chez Hoechst AG. Il possède un pouvoir sucrant 200 fois plus élevé que le sucre. Il est connu sous le numéro E950. Sa

structure chimique est très voisine de celle de la saccharine. L'acésulfame potassium divise sur ses possibles effets adverses sur la santé(Peter et al.,2004).

- **L'aspartame :**

La première apparition de l'aspartame date de la publication de sa synthèse en 1966.Mais il aurait été découvert en 1965 par le chimiste J. Schlatter, lors de la synthèse d'un tétrapeptide devant être testé comme médicament anti-ulcères.

L'aspartame a un pouvoir sucrant environ 200 fois supérieur à celui du saccharose.

Depuis sa première autorisation de mise sur le marché aux États-Unis, par la Food and Drug Administration (FDA) en 1974, l'aspartame a fait l'objet de polémiques sur ses possibles effets nocifs sur la santé. Les organismes de santé publique (Notamment la FDA) confirment son innocuité dans les doses d'utilisation autorisées chez l'homme. (Zumdahl, 1999).

- ❖ **Agents épaississants et gélifiants :**

Les épaississants et gélifiants alimentaires, sont des macromolécules qui se dissolvent ou se dispersent aisément dans l'eau pour aboutir à une augmentation très importante de la viscosité. En dehors de leur pouvoir épaississant et/ou gélifiant, ces macromolécules glucidiques peuvent également être employées pour des propriétés très diverses: stabilisation des suspensions et Emulsions, pouvoir de rétention d'eau, etc(Multon, 2002).

- **Gomme guar:**

Elle est extraite de l'albumen de graines de légumineuses. Elle provient des graines du guar (*Cyamopsistetragonolobus*). Cette gomme est formée par un enchainement linéaire d'unités mannose avec des branchements constitués d'une seule unité de galactose (Multon, 2002).

Chapitre III :

Processus de fabrication

III-1-Préparation des fruits :

Du point de vue des technologues, les fruits sont des produits qui vont devoir subir un enchaînement d'opérations unitaires comme suit:

➤ **Lavage et égouttage :**

Le lavage est nécessaire pour éliminer les poussières et les traces de produits de traitement des arbres et des fruits, et le séchage l'est également pour éliminer toute trace d'eau dans le jus (**Espiard, 2002**).

➤ **Triage et calibrage :**

Le triage est indispensable pour éliminer les fruits abimés ou pourris qui pourraient nuire à la qualité du produit (**Espiard, 2002**).

➤ **Extraction :**

Le jus à partir de la masse broyée, peut être extrait par pressurage, centrifugation etc. Après le broyage, il convient de prendre des mesures pour prévenir le développement des processus microbiologiques ainsi qu'une oxydation rapide du produit (**Benamara et Agougou, 2003**).

L'extraction est toujours suivie d'un affinage pour séparer par tamisage quelques particules grossières entrainées par le jus ou la pulpe (**Espiard, 2002**).

III-2-Préparation du jus de fruits :

Concernant la matière première, la SARL Vitajus utilise un concentré de fruit, cela veut dire qu'au moment de la reconstitution, il est nécessaire de lui ajouter l'eau qu'on a ôtée des jus frais pendant la concentration. L'eau ajoutée doit être soigneusement vérifiée et préparée, pour cela, elle doit faire l'objet d'un traitement

❖ **Traitement de l'eau :**

Ce traitement est en fonction de l'origine de l'eau, de sa composition et de la nature exacte des produits, des spécifications particulières imposent souvent un traitement plus poussé. Les traitements les plus utilisés pour clarifier et obtenir une eau de bonne qualité sont:

- **La filtration:**

La filtration est un procédé destiné à clarifier un liquide qui contient des matières en suspensions en les faisant passer à travers un milieu poreux constitué d'un matériau granulaire. Selon le type de filtre utilisé, il existe plusieurs types de filtration. La méthode la plus utilisée est: la filtration par le sable qui est l'une des méthodes de traitement de l'eau les plus anciennes, elle permet de produire une eau de bonne qualité. Le filtre à sable est constitué par des couches de sable à travers lesquelles circule l'eau à une vitesse relativement faible (Anonyme, 2008).

- **La désinfection:**

Ce traitement permet d'améliorer la qualité microbiologique de l'eau, en diminuant la charge microbienne qui peut exister dans cette eau. Cela se fait par l'ajout de l'hypochlorite de sodium à une quantité bien déterminée (Anonyme, 2008).

- **L'adoucissement:**

Il a pour objectif de réduire la dureté de l'eau, en d'autres termes de réduire la quantité de calcaire et de magnésium contenue dans cette eau pour ne pas avoir un goût désagréable au niveau du produit fini. Pour cela, on utilise des résines échangeuses d'ions capable de retenir le calcaire (Anonyme, 2008).

- ❖ **Reconstitution de la boisson :**

La reconstitution de la boisson se fait comme suit :

- **Remplissage de l'eau :**

Cette opération consiste à remplir une quantité bien définie d'eau de process (eau traitée) dans une cuve spécialisée dans la préparation des boissons.

En fonction de la quantité à préparer le volume d'eau doit représenter 66 à 68% du sirop et ce, pour une raison de commodité pratique et technique (Anonyme, 2008).

- **Dosage du concentré et des additifs alimentaires :**

Avant de doser le concentré, il est nécessaire de doser les édulcorants et les autres additifs. Tout en agitant le mélange (eau, édulcorants). Une quantité précise de concentré est dosée et acheminée jusqu'à la cuve de préparation des boissons, par l'intermédiaire d'une pompe. Le mélange est laissé en agitation pendant plusieurs minutes (Anonyme, 2008).

- **Correction de la boisson :**

Après agitation du mélange, on obtient un cocktail de fruits semi fini. Ce dernier va subir

des mesures d'acidité et de Brix, afin d'être corrigé par rapport aux normes en vigueur (Anonyme, 2008).

- **Traitement thermique (Pasteurisation):**

Le traitement thermique maintient à une température donnée pendant un temps donné,

visant à tuer les micro-organismes, et à inactiver les enzymes, qui pourraient altérer le produit ou le rendre impropre à la consommation humaine. Ce résultat est facile à atteindre; il suffit en effet de se débarrasser des levures, des moisissures, et de certaines bactéries lactiques notamment tous germes dont la thermo-résistance est faible (Cheftel et Cheftel, 1992).

Cette température varie entre 63°C et 95°C et avec un temps variable :

-Pour une température de 63 °C, le temps nécessaire est de 30 minutes;

-pour une température de 75°C, le temps nécessaire est de 30 secondes ;

-et enfin pour 95°C, 15 secondes sont nécessaires (Salbonniere, 2002).

Au niveau de l'entreprise Vitajus, la pasteurisation se fait à 96°C pendant 15 secondes, comme le montre la figure 1, ceci grâce à un pasteurisateur à plaque.

- **Conditionnement :**

- Remplissage:**

Le produit ainsi fini est rempli à une température de 37°C dans des bouteilles en verre de 25cl, qui ensuite sont hermétiquement fermées (Anonyme, 2008).

- Sur emballage:**

L'application des bouchons est suivie de l'étiquetage, l'encartonnage et du surfilmage (Anonyme, 2008).

- **Stockage:**

Après avoir été emballés, les packs sont envoyés vers un dépôt de stockage (Anonyme, 2008).

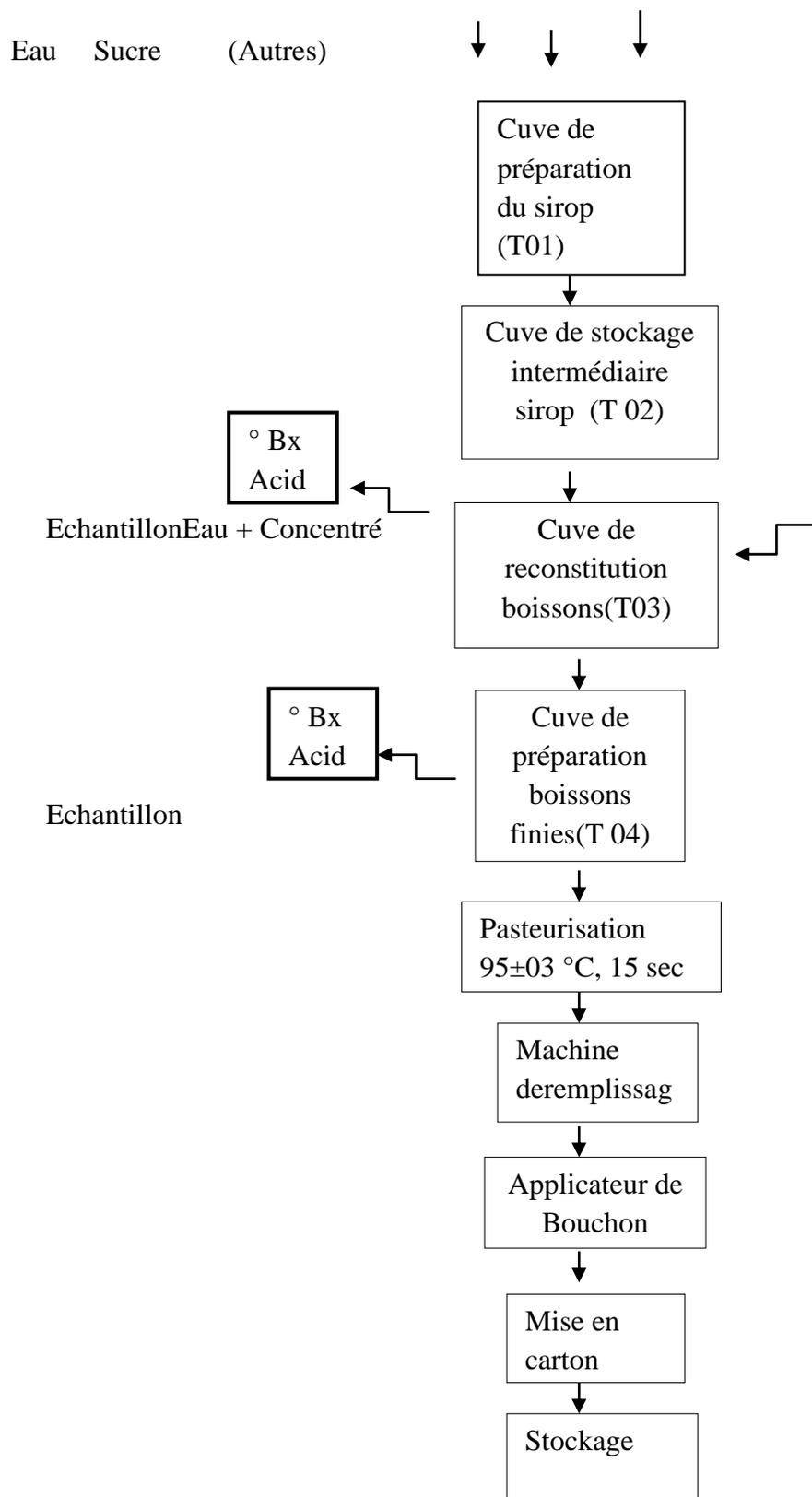


Figure1: Diagramme de production du jus de fruit « 9fruits/9vitamines » light (**Originale**).

III-3-Les altérations du jus :

❖ Les altérations microbiennes :

Une altération de qualité hygiénique met en cause la santé du consommateur. Le produit altéré conduit à des intoxications alimentaires de gravité diverses selon la nature des germes en cause. La forte teneur en acide permet aux levures et aux moisissures de se développer, par contre la croissance de nombreuses bactéries se trouve inhibée (**Gulzy et Guiraud, 2000**).

La prolifération microbienne entraîne de nombreuses modifications favorables ou non qui affectent l'odeur, la saveur, l'aspect, la couleur et la texture du produit (**Guiraud, 2003**).

▪ Prévention des altérations :

Elle porte d'une part sur la réduction de la contamination et d'autre part sur le blocage de la multiplication des contaminations présentes (**Guiraud, 1998**).

❖ Les altérations Physico-chimiques :

▪ La dégradation de la vitamine C :

L'altération de la vitamine C des jus de fruits est le résultat d'un processus technologique mal conduit, de l'emballage utilisé et des conditions de stockage (**Kacem et al., 1997**).

Les produits de la dégradation de la vitamine C sont considérés comme composés responsables de la détérioration de la flaveur et de la couleur des boissons fruitées, en raison de leur participation aux différentes réactions du brunissement non enzymatique (**Lee et Nagy, 2008**).

▪ Le brunissement non enzymatique :

Le brunissement non enzymatique désigne un ensemble très complexe de réaction entre le sucre et les acides aminés ; cette série de réaction appelée réaction de MAILLARD, aboutie à la formation de composés qui modifient la couleur typique en une couleur atypique brune ou noire (**Guiraud, 1998**).

▪ Le brunissement enzymatique:

Le brunissement enzymatique est la transformation des composés phénoliques incolores en polymères colorés par la poly phénol oxydase (P.P.O).

Le moyen de prévention contre ce brunissement est l'utilisation d'agents anti-brunissement ou antioxydant tel que la vitamine C ou l'acide citrique. La pasteurisation permet d'inhiber les enzymes responsables de ce brunissement (**Cheftel et Cheftel, 1992**).

Conclusion

Dans les industries agroalimentaires, le contrôle de la qualité est un moyen efficace, non seulement pour s'assurer de la bonne conservation du produit, mais aussi et surtout pour garantir sa qualité hygiénique et sanitaire et assurer ainsi la sécurité du consommateur, en permettant la détection en amont des microorganismes et des toxines microbiennes.

A l'issue de cette étude réalisée au niveau d'une entreprise qui consiste à suivre la qualité microbiologique et physico-chimique du cocktail de fruits « 9vitamines-9fruits light» il s'avère d'après l'analyse de l'ensemble des résultats, que :

✚ Les résultats de l'analyse microbiologique de la matière première, confirment que l'eau et le concentré utilisés pour la fabrication du cocktail de fruits sont dans les normes, de point de vue physico-chimique, les paramètres contrôlés ont révélé des résultats compris dans la fourchette des normes recommandées.

✚ Au niveau du produit semi fini, les résultats des analyses physico-chimiques obtenus sont également conformes aux normes de l'entreprise.

✚ Les résultats des analyses microbiologiques sur le produit fini indiquent l'efficacité de la pasteurisation et l'application des bonnes pratiques d'hygiène. La conformité des paramètres physico-chimiques, s'explique par la bonne qualité physico-chimique du concentré ; et le respect des dosages des ingrédients lors de la préparation.

✚ Sur le plan sensoriel, le produit présente des propriétés organoleptiques satisfaisantes, facteur d'un choix relativement bon de la matière première.

A l'issue de ce travail, nous pouvons conclure que le produit fini, correspond aux normes, donc il ne comporte aucun risque lié à des carences en matière de sécurité et d'efficacité qui peuvent nuire à la santé humaine. Par conséquent, il peut être commercialisé à l'échelle nationale.

Cependant, le choix d'emballage déprécie la qualité nutritionnelle de notre produit en entraînant une baisse du taux de la vitamine C. Par conséquent, pour assurer une meilleure conservation du jus de fruit nous pensons qu'il faudrait remplacer les bouteilles en verre par les briques de Tetra pak composés de plusieurs couches de carton, d'aluminium et de polyéthylène pour mieux isoler le produit fini de la lumière.

Nous tenons également à souligner que la polémique sur les édulcorants que nous avons utilisé (Acésulfame de potassium, saccharine et aspartame) est encore très vive et les dangers, notamment à longue durée, de ces derniers sur la santé ne sont pas encore bien définis. Il est donc nécessaire que l'unité de production s'engage à les substituer par un autre édulcorant moins controversé et dont, toutes les agences de contrôle, ont prouvé qu'il est sans danger comme la sucralose, et qui possède les mêmes bénéfices que les autres édulcorants (non calorigènes, non hyperglycémiant et non cariogènes), mettant ainsi fin au débat qui perturbe les ventes au rayon des boissons light.

Résultats et discussion

V-1-Résultats des analyses physico-chimiques :

V-1-1- Résultats des analyses physicochimiques sur le Concentré de jus de fruits :

Le Brix est un paramètre très important pour déterminer la quantité de la matière sèche dissoute totale.

Tableau 1 : Résultats des analyses physicochimiques sur le Concentré de jus de fruits.

Paramètres Prélèvements	Brix (%)	Acidité (g/kg)
01	48.4	91
02	48	89
03	48	92.4
04	48.5	91
05	48.6	89.6
Moyenne	48 ± 0.3	$90 \pm 0,6$
Normes internes	48- 49	89 à 93

Ce paramètre peut influencer négativement sur le gout et la texture du produit fini s'il est largement inférieur à la norme. Les échantillons analysés au cours des cinq prélèvements ont montré des taux de Brix conforme à la norme, comme le montre le tableau 1.

Nous constatons à partir du tableau 1, que les résultats d'analyses de l'acidité sont conformes aux normes internes pour les cinq prélèvements (Anonyme, 2008).

V-1-2-Résultats des analyses physicochimiques sur le produit semi-fini :

Les paramètres physicochimiques à contrôler pour le produit semi-fini permettent le dosage des différents ingrédients (eau, édulcorant, concentré). Ainsi, on peut détecter et corriger une éventuelle anomalie avant de passer aux étapes suivantes.

Tableau2 : Résultats des analyses physicochimiques sur le produit semi-fini.

Paramètres Prélèvements	pH	Acidité (g/kg)	Brix (%)
01	3.14	4.34	2.4
02	3.20	4.62	2.6
03	2.94	4.62	2.4
04	3.12	4.48	2.0
05	3.21	4.76	2.5
Moyenne	3.1 ± 0.1	4.5 ± 0.6	2.3± 0.1
Normes internes	2.80 à 3.20	3.85 à 4.76	1.7 à 2.6

Les résultats obtenus sont compris dans les intervalles des normes internes, comme le montre le tableau2, ce qui se traduit par le respect des doses de la recette lors de la préparation des cinq prélèvements(**Anonyme, 2008**).

V-1-3- Résultats du dosage de la vitamine C sur le produit semi-fini :

Les résultats du dosage de la vitamine C sur le cocktail de jus de fruit avant traitement thermique est résumé dans le tableau3.

Tableau3 : Résultats du dosage de la vitamine C sur le produit semi-fini.

Prélèvements	Vitamine C (mg/l)
01	400
02	416
03	401
04	399
05	398
Moyenne	402 ± 2
Norme AFNOR	>300

D'après le tableau 3, on constate que les résultats obtenus sont conformes aux normes établies par l'Association Française de Normalisation(**Anonyme a, 2006**), ceci s'explique par la bonne qualité physico-chimique du concentré et le respect des dosages des ingrédients lors de la préparation.

V-1-4-Résultats des analyses physicochimiques sur le produit fini :

Les résultats obtenus pour le pH, l'acidité, le Brix et la densité, retranscrits dans le tableau 4.

Tableau 4 : Résultats des analyses physicochimiques sur le produit fini.

Paramètres prélèvements	pH	Acidité (g/kg)	Brix (%)	Densité
01	3.19	4.32	2.4	1.045
02	3.12	4.34	2.5	1.043
03	3.17	4.48	1.9	1.046
04	3.20	4.34	2.5	1.046
05	3.11	4.48	2.5	1.045
Moyenne	3.1 ± 0.1	4.3 ± 0.1	2.3 ± 0.5	1.045 ± 0.012
Normes internes	2.80 à 3.20	4.32 à 4.77	1.7 à 2.6	1.043 à 1.049

Les résultats du tableau 4 sont conformes aux normes internes pour les cinq productions. Cette stabilité des paramètres physico-chimiques s'explique par le suivi rigoureux des consignes de dosages, ce qui se traduit par la bonne qualité physico-chimique du produit fini (Anonyme, 2008).

V-1-5-Résultats du dosage de la vitamine C sur le produit fini :

Les résultats du dosage de la vitamine C sont rapportés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Résultats du dosage de la vitamine C sur le produit fini.

Prélèvements	Vitamine C (mg/l)
01	325
02	320
03	310
04	300
05	210
Moyenne	293 ± 2
Normes AFNOR	> 300

Les résultats du tableau 5 montrent une diminution de la valeur de la vitamine C dans les quatre premiers prélèvements par rapport au produit semi-fini. Ce qui nous laisse dire que le traitement thermique induit une dégradation de la vitamine C, mais qui reste toujours dans les normes établie par l'Association Française de Normalisation(**Anonyme a, 2006**).

Cependant nous constatons que la dégradation de cette vitamine est plus importante dans le cinquième prélèvement qui a été stocké plus longtemps à la lumière.

De ce faite, la moyenne arithmétique des 5 échantillons est inférieure à la norme, ce qui déprécie la qualité nutritionnelle du produit fini.

V-1-6-Résultats des analyses physico-chimiques sur les eaux :

➤ **L'eau de bêche :**

Les résultats des analyses physico-chimiques sur l'eau de bêche sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 06 :Résultats des analyses physico-chimiques sur l'eau de bêche.

Paramètres			
Prélèvements	TH (°F)	pH	Cl₂ (mg/l)
01	0	8.80	0.1
02	0	8.15	0.2
03	0.7	9.01	0.1
04	0.5	10	0.3
05	0.3	10	0.1
Moyenne	0.3 ± 0.1	9 ± 0.1	0.1 ± 0.01
Normes AFNOR	0.5	8.5 à 10	< 0.5

D'après le tableau 6, nous constatons pour les résultats du TH de l'eau de bêche que la moyenne des 5 prélèvements donne un résultat inférieur à la norme de l'Association Française de Normalisation(**Anonyme a, 2006**). Le quatrième prélèvement est le seul à être conforme à cette norme.

Le résultat du TH du troisième prélèvement est au dessus de la norme; ce qui signifie qu'il y a un dépôt de calcaire au niveau de la bêche, du a la forte teneur en ions calcique et magnésium. En ce qui concerne le pH, et le chlore libre les valeurs moyennes sont conformes aux normes.

➤ **L'eau de process :**

La qualité physicochimique de l'eau de process est très importante car elle intervient directement sur la qualité du produit fini.

Tableau7 :Résultats des analyses physicochimiques de l'eau de process.

Paramètres	TH (°F)	pH	Cl⁻ (mg/l)	Cl₂ (mg/l)
Prélèvements				
01	7.2	7.94	35	0
02	3.6	8.44	30	0
03	10	8.36	40	0
04	10.5	7.9	35	0
05	9.5	8	40	0
Moyenne	8 ± 0.1	8 ± 0.1	36 ± 0.5	0
Normes AFNOR	< 10	7 à 8.5	< 40	0

Les résultats obtenus sont inclus dans la fourchette de la norme, c'est-à-dire :TH<10, Cl⁻<40, pH compris entre 7 et 8.5 ainsi que le Cl₂,ce qui permet de préserver la qualité organoleptique du produit fini, cela dénote de l'efficacité des traitements effectués sur cette eau.

➤ **L'eau de la sortie d'adoucisseur :**

Les résultats des analyses physico-chimiques sur l'eau de sortie d'adoucisseur sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 8 :Résultats des analyses physicochimiques de l'eau de la sortie d'adoucisseur.

Paramètres	pH	TH (°F)
Prélèvements		
01	7.91	6
02	7.5	5.5
03	7	7
04	7.13	7.2
05	7.1	6.1
Moyenne	7.3 ± 0.2	6.3 ± 0.5
Normes AFNOR	7 à 8	5 à 8

Les résultats du tableau 8 montrent que les valeurs du pH et de la dureté de l'eau pour les cinq prélèvements, sont conformes aux normes établies par l'Association Française de Normalisation (Anonyme a, 2006), traduisant ainsi un traitement efficace de l'eau.

V-2-Résultats des analyses microbiologiques :

V-2-1-Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur l'eau de process:

L'eau est un élément important dans l'agroalimentaire, utilisée comme élément de lavage, nettoyage ainsi que pour la reconstitution, sa qualité microbiologique induit directement la qualité microbiologique du produit.

Tableau9 :Résultats des analyses microbiologiques sur l'eau de process.

Germes Prélèvements	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	Streptocoques fécaux	ASR	GAMT à 37°C	GAMT à 22°C
01	02	abs	abs	abs	06	abs
02	02	abs	abs	abs	03	abs
03	Abs	abs	abs	abs	abs	03
04	Abs	abs	abs	abs	abs	abs
05	01	abs	abs	abs	02	01
Normes JORA (décret N°25)	<10/100ml	abs/100ml	abs/100ml	<5	<20	10 ² ml

D'après les résultats du tableau 9 des analyses microbiologiques de l'eau de process et selon la table de NNP, le dénombrement des Coliformes totaux dans les 5 prélèvements indique la présence de 2 germes (1^{er} et 2^{eme}) et d'un germe au 3^{eme} prélèvement. Toutefois, ces résultats sont au-dessous de la limite inférieure de la norme JORA (Anonyme, 1998).

Le repiquage sur le milieu sélectif des CF montre l'absence de ces derniers, qui ont les mêmes propriétés de fermentation que les coliformes totaux mais à 44°C.

Pour les ASR, on note l'absence totale de ces germes, ce qui est conforme à la norme.

Egalement pour les Streptocoques fécaux, on note une absence totale pour les 5 prélèvements.

Le dénombrement des GAMT, qui s'est réalisé à deux températures, afin de pouvoir cibler les microorganismes à tendance psychrophile (20°C), et mésophiles (37°C), montre la présence de 6 colonies au 1^{er} prélèvement, 3 colonies au 2^{ème} prélèvement, et 2 colonies au 5^{ème} prélèvement à 37°C, 3 colonies au 3^{ème} prélèvement et 1 colonie au dernier prélèvement à 22°C.

Tous les résultats répondent aux règles strictes de la qualité et les valeurs sont largement

Inférieures aux normes JORA (Anonyme, 1998).

V-2-2-Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur le concentré de jus de fruits :

Tableau 10 : Résultats des analyses microbiologiques du concentré de jus de fruits.

Germes Prélèvements	Coliformes totaux	Coliformes fœcaux	Staphylococcus aureus	GAMT	ASR	Levures	Moisissures
01	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
02	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
03	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
04	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
05	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
Normes JORA (décret N°838)	abs	abs	abs	<100	abs	<20	10

Le concentré de jus de fruits possède une assez grande acidité qui consiste un paramètre limitant pour le développement de la majorité des bactéries.

L'absence totale des germes recherchés indique la bonne qualité microbiologique des concentrés de jus, ce qui expliquerait le respect des bonnes pratiques de fabrication lors de l'obtention des concentrés, et aussi par l'acidité du milieu qui constitue un paramètre limitant au développement de la majorité des bactéries (tableau 10).

V-2-3-Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur le produit fini:

Ces analyses sont effectuées sur les produits destinés à la consommation humaine. Des analyses bien strictes doivent être obtenus afin de garantir la bonne conservation du produit avant sa date de péremption et de s'assurer de l'efficacité du traitement thermique.

Tableau 11 : Résultats des analyses microbiologiques du produit fini.

Germes Prélèvements	Coliformes totaux	Coliformes fécaux	ASR	GAMT	Levures	Moisissures
01	Abs	abs	abs	abs	abs	abs
02	Abs	abs	abs	abs	abs	abs
03	Abs	abs	abs	abs	abs	abs
04	Abs	abs	abs	abs	abs	abs
05	Abs	abs	abs	abs	abs	abs
Normes JORA (décret N°25)	Abs	abs	abs	abs	<20	10

Les résultats de l'analyse microbiologique sont conformes à la norme établie par le JORA. (Anonyme, 1998), du fait qu'ils ont révélé l'absence totale des germes recherchés dans les cinq prélèvements. Ces résultats sont identiques à ceux donnés par Guiraud. (1998), qui préconise l'absence totale de ces germes dans les boissons, tandis que le JORA, tolère la présence de certains germes. Ces résultats confirment l'efficacité du traitement thermique et de la maîtrise des risques microbiologiques de la matière première jusqu'au produit fini.

V-3-Résultats des analyses sensorielles sur le produit fini :

Les résultats des analyses sensorielles sur le produit fini sont résumés dans le tableau 12.

Tableau 12 :Résultats des analyses sensorielles sur le produit fini.

Paramètres Prélèvements	Le gout	La couleur	L'odeur	L'aspect
01	+++	+++	++	+++
02	+++	+++	++	+++
03	+++	+++	++	+++
04	+++	+++	++	+++
05	+++	+++	++	+++
Normes internes	+++	+++	++	+++

D'après le tableau 12, nous constatons que les cinq prélèvements analysés par notre jury de dégustation ont un très bon gout, une couleur et un aspect très attractifs, cependant le jury a été légèrement gêné par une odeur très prononcée due à l'addition des vitamines (Anonyme, 2008).

Matériels :

Appareillages :

- ✓ Balance de précision
- ✓ Bain marie
- ✓ Baromètre magnétique
- ✓ Bec bunsen
- ✓ Etuve à T° réglable
- ✓ pH mètre
- ✓ Refractomètre
- ✓ Comparateur
- ✓ Agitateur magnétique

Verrerie :

- ✓ Becher 100, 250, 500 ml
- ✓ Burette graduée
- ✓ Eprouvette
- ✓ Erlen meyer
- ✓ Fiole
- ✓ Flacon
- ✓ Pipettes graduées
- ✓ Pipettes pasteur
- ✓ Râteau
- ✓ Tubes à essais
- ✓ Densitomètre

Composition des milieux utilisés :

Milieux liquides : par litre d'eau distillée

1. Milieu VRBL
2. Milieu Eau peptonée exempte d'indole (EPEI)
3. Milieu VBL
4. Milieu Rothe
5. Milieu Schubert
6. Milieu Eva Litsky
7. Milieu viande-foie
8. Milieu Giolitti Cantonii

Milieux solides :

1. Gélose TDYM
2. Milieu Chapman
3. Milieu OGA
4. Milieu TGEA

Reactifs:

- ✓ Alin de fer
- ✓ Sulfite de sodium
- ✓ Réactif de Kowacs
- ✓ Tellurite de potassium
- ✓ Phenophtaleine
- ✓ Chromate de potassium
- ✓ Noir d'Erichrome
- ✓ Solution tampon ammoniacal
- ✓ Ethyle Diamine Tetra Acétique (E.D.T.A)
- ✓ Nitrate d'argent
- ✓ Chromate de potassium
- ✓ Tampon Ammoniacal
- ✓ N, N- diéthylphénylène –1,4 diamine (DPD)
- ✓ Empois d'amidon
- ✓ Iode
- ✓ Acide sulfurique

Glossaire

Le scorbut:

Est une maladie due à une carence délétère en vitamine C qui se traduit chez l'être humain, dans sa forme grave, par un déchaussement des dents et la purulence des gencives, des hémorragies, puis la mort.

Collagène:

Le collagène est une famille de protéines, le plus souvent présente sous forme fibrillaire. Elle est présente dans la matrice extra-cellulaire des organismes. Ces protéines ont pour fonction de conférer aux tissus une résistance mécanique à l'étirement.

Codex alimentarius :

Est un programme commun de la FAO et de l'O.M.S. consistant en un recueil de normes, codes d'usages, directives et autres recommandations relatifs à la production et à la transformation agro-alimentaire qui ont pour objet la sécurité sanitaire des aliments.

Sprue :

Ou diarrhée tropicale. Affection de l'intestin survenant dans les pays chauds et humides, se manifestant par une diarrhée et des selles très grasses. Son début est brutal, puis elle évolue par poussées.

La pellagre :

Est une maladie due à la malnutrition qui se manifeste par trois catégories de symptômes : dermatite, diarrhée et, dans les cas les plus graves, démence. Dans ces derniers cas, et en absence de traitement, l'issue est la mort. Elle atteint les populations pauvres dont l'alimentation contient peu de vitamine B3.

La métaplasie :

Est la transformation d'un tissu cellulaire différencié en un autre tissu cellulaire différencié. Il s'agit d'un phénomène adaptatif et réversible qui se produit le plus souvent en réponse à une agression tissulaire répétée et prolongée, le tissu de remplacement étant mieux armé que le tissu original contre ladite agression.

Passiflore :

Est un genre de plantes, les passiflores, de plus de 530 espèces de la famille des *Passifloraceae*. Ce sont des plantes grimpantes aux fleurs spectaculaires, mais leur abondance n'est garantie que dans les régions à climat doux.

Références bibliographiques

- Ahmed E.M. et Dennison P.E., (1978).** Effect of selected oil and assance volatile components on flavor quality of Punpout orange juice.J.Aгри.food.New Jersey, V.26.
- AlbagnacG., Varoquaux P. et Montigau U.C., (2002).** Technologies de transformation des fruits. Edition Tec et doc. Paris, p. 45, 86, 100, 120.
- Anonyme., (1998).** Le journal officiel Algérien, décret N° 1998-25.
- Anonyme., (2000).** <http://fr.wikipedia.org/wiki/Scorbut>.
- Anonyme., (2003).** Le journal officiel Algérien, décret N° 2003-838.
- Anonyme., (2005).** Codex alimentarius, codes stan 247.
- Anonyme., (2006).** <http://www.web-libre.org/jusdefruit,5301.html>.
- Anonyme (a)., (2006).** AFNOR,Jus de fruit. Edition technique et documentation.Paris, p. 17-25.
- Anonyme., (2008).**Documents internes de l'unité Vitajus, Blida, p. 1-20.
- Anonyme., (2012).** <http://www.aprifel.com>.
- Anonyme (a)., (2012).**
<http://www.lesoirdalgerie.com/articles/2012/04/09/article.php?sid=132659&cid=27>.
- Apfelaumb M. Romon M et Dudus M., (2004).** Diététique et nutrition. 6^{ème} édition Masson.Paris, p.18-24.
- Benamara S. et Agougou A.,(2003).** Production des jus alimentaires. Office des publications universitaires. Paris, p. 290-310.
- Beton J.C.et Brochard G., (1996).**L'aventure de l'orange.Edition Masson. Paris, p.76.
- Bontoux J., (1989).**Introduction à l'étude des eaux douces. Edition Tec et doc. Paris, p. 133, 167.
- Bourgeois C.,(2003).** Les vitamines dans les industries agroalimentaires. Edition Tec et Doc. Paris, p. 13, 45, 76.
- Espiard E.,(2002).** Introduction à la transformation industrielle des fruits., Edition Tec et doc. Paris, p. 333-339.
- Gachot H., (1995).** Manuel des jus de fruits. Edition P.H. Strasbourg, p. 400.
- Guiraud J.P.,(1998).** Microbiologie alimentaire. Edition Dunod-Ria. Paris, p. 37.
- Gualzy.P. et Guiraud J.P.,(1980).** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires collection génie alimentaires. Edition de l'usine nouvelle. Paris, p.90-95.

Références bibliographiques

- Kacem B. Cornell J.A. Marshall M.R. Shireman R.B. Matthews R.S., (1997).**Non enzymatic browning aseptically packed orange drinks reffects of ascorbic, aminoacids and oxygen. J.foodSci.New Jersey, V. 52.
- Le Belle F. et Renard V.,(1997).**Le grand livre des fruits tropicaux. Edition Orphi. Paris, p. 1, 99.
- Lee H.S. et Nagy S., (1988).**Quality changes and non enzymatic browning intermediates in grape fruit juice during storage.J.foodSci.New Jersey, V. 53.
- Multon J.L., (2002).** Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agro-alimentaires. Edition Tec et Doc. Paris, p. 16, 42, 78.
- Peter K.,Vollhardt C. et Neil E., (2004).**Traité de chimie organique. Edition Deboeck. Paris, p. 434.
- Rangana S., (1983).**Citrus fruits,varieties chemistry, technology and quality evaluation Partie II, chemistry technology, and quality evaluation A; Critical reviews in food and nutrition. Ed Elsevier Science Inc, 4^{ème} édition, New York, V.23.
- Roberds S. etAntolovich D., (1995).** Methods for assessing the antiquityof orange juice.Univ. Manhattan, Kansas 66506, USAV. 5.
- Roudaut H.et Lefrancq E., (2005).** Alimentation théorique. Edition doin. Paris, p. 173.
- Roussef R.L. Nagy S., (1994).**Health and nutritional benefits of citrus fruit;components In Food technology.New Jersey, V. 21.
- Salbonniere F.,(2002).** Ellipse alimentaire.Edition Lavoisier. Paris, p. 187.
- Sass Kiss A. Sass M.,(2002).**Distribution of variants peptides in citrus fruits.Journal agricultural and food chemistry.Boston, p. 33, 39.
- Tremolieres J.,(1997).**Nutrition.Edition dunod. Paris, p. 18-23.
- Vierling E., (1998).**Aliments et boissons. Edition Filièresetproduits. Nîmes, p. 145.
- Zumdahl S., (1999).** Chimie générale. Edition Deboeck.Paris, p. 126.