

République Algérienne Démocratique Et Populaire
Ministère De L'Enseignement Supérieur Et La Recherche
Scientifique

Université Saad DAHLAB-Blida

Faculté Des Sciences Agro-Vétérinaires et Biologiques

Département

Des Sciences Agronomiques

L'effet des températures et de la durée de stockage
sur les propriétés physico-chimiques et
nutritionnelles de trois boissons de fruits

Mémoire de Fin d'Etude en vue de l'obtention
Du diplôme de Master en Sciences de La Nature et de La Vie

Option : Sciences Alimentaires

M^{LLE} HAMMOUM Farida

Devant le jury composé de :

| | | |
|-------------------|-------------------------|-------------------|
| Mme. ADBELLAOUI.Z | Maître de conférences B | USDB Présidente |
| Mme. ACHEHEB.H | Maître Assistante A | USDB Promotrice |
| Mme FERNANE.S | Maître Assistante B | USDB Examinatrice |
| Mme IDRESS.A | Maître Assistante B | USDB Examinatrice |

Année Universitaire 2012/2013

Remerciements

Je tiens en premier lieu à remercier Dieu le tout puissant de m'avoir donné la volonté et le courage d'élaborer ce travail

Mes vifs remerciements vont aussi :

A Madame : ACHEHAB H, Maître de conférences A à l'Université SAAD DAHLEB de Blida qui a accepté de me prendre en charge, pour son aide, et ces précieux conseils

A Madame : ABDALAOUI Z, Maître de conférences B à l'Université SAAD DAHLEB de Blida, pour l'honneur qu'elle nous fait en acceptant de présider le jury de cette thèse.

A Madame FERNAN, Maître de conférences B à l'Université SAAD DAHLEB de Blida, Madame IDRESS, Maître de conférences B à l'Université SAAD DAHLEB de Blida, qui nous ont fait l'honneur d'accepter de juger et de siéger dans le jury de thèse

Je tiens à remercier les nombreuses personnes qui ont rendu possible la réalisation de ce travail en particulier :

A Monsieur Amari Mokhtar, Directeur Technique à Vitajus, qui m'a encouragé à réaliser ce sujet et pour les nombreux services qu'il m'a rendus durant la réalisation de ce travail, qu'il trouve ici le témoignage de ma reconnaissance

A Mlle TAIBI Nadia, Attachée de recherche Au CRAPC Bousmail pour sa participation dans la réalisation de la partie nutritionnelle, je la remercie également pour sa bonté, son humanisme, son grand esprit scientifique, son savoir-faire et son sens de partage, un très grand merci et reconnaissance.

A Mlle Nadja, Maître de conférences B à l'Université de BAB EZZOUAR, pour toutes ses aides morales et matériels et son soutien tout au long de ce travail.

Mes remerciements s'adressent aussi à :

Monsieur BENMASOUD Khirdine, Responsable du laboratoire à Vitajus et à toute l'équipe de laboratoire de l'unité.

Monsieur DRIOUCHE Amine, Responsable de process à Vitajus, pour sa Disponibilité et son encouragement.

Toute personne qui a prié pour moi, pour la réalisation de ce travail.

A tous un grand merci.

Dédicaces

À la mémoire de mon oncle Ibrahim :

Le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.

J'aurais tant aimé que tu sois présent à cette étape importante de ma vie « DADA »

Que Dieu ait ton âme en sa sainte miséricorde

À mes chers parents :

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.

Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

À mes chères sœurs : Warda et Amina, Leila et Houda

Merci pour m'avoir toujours supporté dans mes décisions. Merci pour tout votre amour et votre confiance, pour m'avoir aidé à ranger mon éternel désordre et pour votre énorme support pendant la rédaction de mon projet!

Je vous aime beaucoup

À celle qui m'a toujours aidée, soutenue et encouragée tout au long de mon parcours ; celle qui était toujours présente pour moi, ma très chère tante Saliha

A mon poussin d'amour Malikou

Que je souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité.

À Mes Amis De Toujours : Chouchou, Hadjer , Nawel, Khoukha, Mimen , Wiza et Mimi

En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.

RESUME

Les principales préoccupations du consommateur sont certes relatives à l'information sur les aspects nutritionnels des produits qu'il consomme.

Les Jus « Orange Sanguine Grenade », « Nectar Raisin » et « Cocktail 7Fruits rouges » pourtant tous la marque « Vitajus » ont fait l'objet de notre étude. Pour Cela des analyses physicochimiques, et microbiologiques effectuées à la production et après incubation d'un mois à différentes températures de stockages (4°,25° et 37°C) ont révélé la conformité des jus étudiés à la réglementation algérienne et leur stabilité.

Les résultats des analyses nutritionnelles ont montré que la vitamine C est peu influencée par le traitement thermique (95°C pendant 30seconde) contrairement aux phénols totaux qui sont fortement affectées par ce dernier avec des pertes allant de 16 % à 40.19 %.

Le vieillissement des produits finis influe remarquablement sur les teneurs en vitamine C et composés phénoliques avec des pertes allant de 15.80% à 29.89 % pour la vitamine C et 14.1% à 32.75% pour les polyphénols totaux.

Mots clés :

Jus de fruits, température, stockage, vitamine C, phénols totaux.

Summary

Juices “Red Orange- Pomegranate”, “Nectar Grape” and “Cocktail Red Fruits” however all the mark “Vitajus” were the subject of our study. For That of the physico-chemical, and microbiological analyzes carried out with the production and after one month incubation at various temperatures of storages (4°, 25° and 37°C) revealed the conformity of the juices studied with the Algerian regulation and their stability.

The results of the nutritional analyzes showed that the vitamin C is little influenced by the heat treatment (95°C during 30seconde) contrary to the total phenols which are strongly assigned by this going last with losses of 16% to 40.19%.

The ageing of the end products influences remarkably the contents of vitamin C and phenolic compounds with losses going from 15.80% to 29.89% for the vitamin C and 14.1% to 32.75% for total polyphenols.

Key words:

Fruit juices, temperature, storage, vitamin C, phenols.

ملخص

الاهتمامات الرئيسية للمستهلك هي بدون شك الحصول على كفاءة المعلومات المتعلقة بالجانب التغذوي للمواد المستهلكة المشروبات « برتقال احمر رمان » « نكتار العنب » و « كوكتال الفواكه الحمراء » المصنع من طرف وحدة « فيتاجو » كانوا محل دراستنا. لهذا قمنا بإجراء تحاليل فيزيوكيماوية و ميكروبيولوجية بعد التخزين لمدة شهر في درجات حرارية مختلفة (4, °25 و 37 درجة مئوية) , النتائج المحصل عليها أثبتت أن المشروبات المدروسة مطابقة للمعايير الجزائرية

نتائج التحاليل التغذوية أثبتت أن الفيتامين ج تأثر قليلا بعد المعالجة الحرارية (95 درجة مئوية لمدة 30 ثانية) عكس الفينولات التي تأثر بقوة باهته الأخيرة و سجلنا خسائر تتراوح بين 16% و 19,40%

التخزين الطويل للمواد النهائية يؤثر بشكل ملحوظ على الفيتامين ج و الفينولات مع خسائر تتراوح بين 15,18 % الى 29,89 % للفيتامين ج و 1,14% إلى 32,75% للإجمالي الفينولات.

الكلمات الرئيسية : عصير الفواكه, الحرارة, التخزين, فيتامين ج, الفينولات

SUMMARY

Main concerns of the consumer are certainly relating to information on the nutritional aspects of the products which it consumes. Summary

Juices "Red Orange- Pomegranate", "Nectar Grape" and "Cocktail Red Fruits" however all the mark "Vitajus" were the subject of our study. For That of the physico-chemical, and microbiological analyzes carried out with the production and after one month incubation at various temperatures of storages (4°, 25° and 37°C) revealed the conformity of the juices studied with the Algerian regulation and their stability.

The results of the nutritional analyzes showed that the vitamin C is little influenced by the heat treatment (95°C during 30seconde) contrary to the total phenols which are strongly assigned by this going last with losses of 16% to 40.19%.

The ageing of the end products influences remarkably the contents of vitamin C and phenolic compounds with losses going from 15.80% to 29.89% for the vitamin C and 14.1% to 32.75% for total polyphenols.

Key words:

Fruit juices, temperature, storage, vitamin C, phenols.

Liste des abréviations

ABS : Absence

ADN : Acide Désoxyribonucléique

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

ANC : Apport Nutritionnel Conseillé

ASR : Anaérobies Sulfito-Réducteurs

B° : Degré Brix

C° : Degré Celsius

CFR : Cocktail Fruits Rouges

CRAPC : Centre de Recherche d'Analyses Physico-chimiques

D : Dextrogyre

D/C : Double Concentration

DLC : Date Limite de Consommation

EDTA : Acide Ethylène Diamine Tétracétique

G : Gramme

GAMT : Germes Anaérobies Mésophiles

H : Heure

Hplc : Chromatographie Phase Liquide à Haute Performance

IAA : Industries Agro-Alimentaires

INRA : Institut Nationale de Recherche Agronomique

ISO : Organisme International de Normalisation

Jora : Journal Officiel de la République Algérienne

I : Lévoxyre

L : Litre

LDL : Faible Densité Lipoprotéines

mg : Milligramme

Min : Minute

ml : Millilitre

mmol : Milimole

NA : Norme Algérienne

NF : Norme Française

NM : Nanomètre

NPP : Nombre le Plus Probable

NR : Nectar Raisin

OSG : Orange Sanguine Grenade

pH : Potentiel Hydrogène

PPO : Polyphénols oxydases

Kg : Kilogramme

S/C : Simple Concentration

Sec : Seconde

SM : Solution Mère

SMQSDA : Système de Management de la Qualité et Sécurité des Denrées Alimentaire

TGEA: Tryptone Glucose à l'Extrait d'Agar

TH : Titre Hydrométrique

TCE : Tryptone Sel Eau

µg : Microgramme

UNH : Unité de Nutrition Humaine

UV : Ultra violet

V: Volume

VBL : Bouillon Lactosé Bilié au Vert Brillant

Liste des figures

| Numéro | Titre de figure | page |
|--------|---|------|
| 1 | Processus de fabrication de jus d'orange à base de concentré | 11 |
| 2 | Les différentes classes des composés phénoliques | 23 |
| 3 | Exemple de quelques acides phénols de la série benzoïque | 24 |
| 4 | Exemple de quelques acides phénols de la série cinnamique | 24 |
| 5 | structure de base des flavonoïdes | 25 |
| 6 | structure chimique des anthocyanes | 25 |
| 7 | concentration en anthocyanes (en mmol/mg) dans la peau(skin), membrane(membrane), jus d'arilles(aril juice) et graines (seeds) de la grenade | 30 |
| 8 | concentration en tanin (en mmol/mg) dans la peau(skin), membrane(membrane), jus d'arilles(aril juice) et graine(seeds) de la grenade | 30 |
| 9 | Structure chimique de la vitamine C | 34 |
| 10 | Recherche et dénombrement des Germes Aérobie Mésophiles Totaux dans les Eaux | 46 |
| 11 | Recherche et dénombrement des coliformes à 37°C et 44°C | 50 |
| 12 | Recherche et dénombrement des anaérobies sulfite-réducteurs | 53 |
| 13 | Dilutions décimales des produits liquides | 55 |
| 14 | Dilutions décimales des produits solides | 56 |
| 15 | Recherche et dénombrements des coliformes totaux et fécaux à 37° et 44°C | 58 |
| 16 | Recherche et dénombrement des spores d'Anaérobies Sulifite-Réducteurs dans le concentré et le produit fini | 61 |
| 17 | Recherche et dénombrement des levures et moisissures dans le concentré et le produit fini | 62 |
| 18 | Protocole de dosage des polyphénols totaux par la méthode de follin-ciocaleu | 65 |

| | | |
|----|---|----|
| 19 | Valeur de l'acidité des concentrés | 73 |
| 20 | Les degrés Brix des concentrés | 74 |
| 21 | Résultats des analyses physico-chimiques (a) Acidité (b) pH | 76 |
| 22 | Résultats des paramètres physico-chimiques (a) degré Brix (b) Densité | 77 |
| 23 | Variation du pH de la boisson Orange Sanguine Grenade à différentes températures de stockage pendant 1 mois | 79 |
| 24 | Résultats de degré Brix de la boisson Orange Sanguine à différentes températures pendant 1 mois | 80 |
| 25 | Variation du pH du Nectar Raisin stockés à différentes températures pendant 1 mois | 82 |
| 26 | Résultats du degré Brix de la boisson Nectar Raisin à différentes températures pendant 1 mois | 83 |
| 27 | Variation du pH de Cocktail de Fruits Rouges à différentes températures de stockage | 85 |
| 28 | Variation de degré Brix (Cocktail de Fruits Rouges) à différentes températures de stockage pendant 1 mois | 86 |
| 29 | Dosage de la vitamine C au cours de la production des 3 boissons | 87 |
| 30 | L'effet de vieillissement sur la teneur en vitamine C | 89 |
| 31 | Teneur en polyphénols totaux dans les concentrés | 91 |
| 32 | L'effet du traitement thermique sur la teneur en polyphénols totaux des boissons | 93 |
| 33 | Variation des teneurs en polyphénols totaux au cours de vieillissement des boissons | 93 |

Liste des tableaux

| Numéro | Titre du tableau | Page |
|--------|--|------|
| 1 | Classification des jus, nectars et boissons aux fruits | 4 |
| 2 | Effets des composants chimiques de l'eau sur la qualité de la boisson. | 5 |
| 3 | Bienfaits des jus de fruits sur la santé humaine | 9 |
| 4 | Principaux genres des micro-organismes identifiés dans des jus de Fruits | 19 |
| 5 | Activité biologique de quelques composés phénoliques | 27 |
| 6 | Teneur moyenne en composés phénolique des différentes parties du raisin (en mg/kg) | 29 |
| 7 | Comparaison entre le jus de grenade et le jus d'autres fruits : concentration en polyphénols et activité antioxydante | 32 |
| 8 | Apports nutritionnels recommandé en vitamine C | 36 |
| 9 | Prélèvement des échantillons | 40 |
| 10 | Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process | 68 |
| 11 | Analyses microbiologique des concentrés | 69 |
| 12 | Résultats des analyses microbiologiques des produits finis | 70 |
| 13 | Résultats des analyses microbiologiques des produits finis après stockage à différentes températures | 71 |
| 14 | Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process | 72 |
| 15 | Résultats des analyses physico-chimiques des concentrés | 73 |
| 16 | Résultats des analyses physico-chimiques de la boisson Orange Sanguine Grenade | 75 |
| 17 | Résultats des analyses physico-chimiques de Nectar Raisin | 75 |
| 18 | Résultats des analyses physico-chimiques de Cocktail Fruits Rouges | 76 |
| 19 | Résultats de variations du pH et Brix après incubation à différentes températures (Orange Sanguine Grenade) | 78 |

| | | |
|----|--|----|
| 20 | Résultats de variations du pH et Brix apres incubation à différentes températures (Nectar Raisin) | 81 |
| 21 | Résultats de variations du pH et Brix apres incubation pendant un mois à différentes températures (Cocktail Fruits Rouges) | 84 |
| 22 | Dosage de la vitamine C au cours du traitement thermique | 86 |
| 23 | Dosage de la vitamine C au cours de stockage à 25°C pendant 6 mois en (mg/100 ml) | 89 |
| 24 | Teneurs en polyphénols totaux dans les concentrés, semi fini et boissons finis des boissons finis vieilles | 91 |

Table des matières

Résumé

Remerciements

Dédicace

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction

Partie I : Etude bibliographique

Chapitre I : Jus de fruits

| | |
|---|---|
| I. Généralités | 1 |
| II. Différents types de boissons | 1 |
| II.1. Les boissons gazéifiées (Les limonades et les sodas)..... | 1 |
| II.2. Les boissons aux fruits | 1 |
| II.3. Jus de fruits frais | 1 |
| II.4. Les préparations en poudre pour boissons | 2 |
| II.5. Les boissons hypocaloriques | 2 |
| III. Types de boissons aux fruits | 2 |
| III.1. Jus de fruits | 2 |
| III.2. Jus de fruits obtenus à partir d'un concentré | 3 |
| III.3. Jus de fruits concentrés et déshydratés | 3 |
| III.4. Nectars de fruits | 3 |
| VI. Composition des jus de fruits, nectars et boissons aux fruits | 5 |
| VI.1. L'eau | 5 |
| VI.2. Le sucre | 6 |
| VI.3. Acides organiques | 6 |
| VI.4. Les pectines | 6 |
| VI.5. Les composés aminés | 6 |
| VI.6. Les composés phénoliques | 7 |
| VI.7. Les vitamines | 7 |
| VI.8. Les sels minéraux et oligoéléments | 7 |
| VI.9. Les additifs alimentaires | 8 |
| V. Valeur alimentaire des jus de fruits, nectars et boissons aux fruits | 8 |
| V.1. Les bienfaits des jus de fruits..... | 9 |

| | |
|--|----|
| V.2. Les limites de jus de fruits..... | 9 |
| IV. Procédé technologique de production du jus de fruits | 10 |
| IV.1. Traitement des eaux | 10 |
| IV.2. Technologie de fabrication | 10 |
| IV.2.1 Préparation des boissons | 11 |
| VI.2.1.1. Cueillette des fruits mûrs | 11 |
| IV.2.1.2. Lavage et brossage | 12 |
| IV.2.1.3. Extraction des jus | 12 |
| IV.2.1.4. Tamisage et désaération..... | 12 |
| IV.2.1.5. Concentration et surgélation | 12 |
| IV.2.1.6. Transport du concentré congelé | 13 |
| IV.2.2. Préparation du sirop..... | 13 |
| IV.2.3. Reconstitution du jus..... | 13 |
| IV.2.4. Pasteurisation | 14 |
| IV.2.5. Remplissage | 15 |
| IV.2.6. Contrôle de conformité | 15 |
| IV.2.7. Stockage | 15 |
| IV.2.8. Distribution | 16 |
| IIV. Risques d'altérations des jus de fruits | 16 |
| IIV.1. Effets des opérations de transformation | 16 |
| IIV.2. Brunissement enzymatique..... | 16 |
| IIV.3. Brunissement non enzymatique | 17 |
| IIV.4. Mycotoxine | 18 |
| IIV.5. Les allergènes | 18 |
| IIV.6. Microorganismes | 18 |
| IIV.7. Durée de stockage des jus de fruits | 20 |
| IIV.8. Conservation des jus de fruits..... | 20 |
| IIV.9. Emballage et conditionnement des jus de fruits, nectars et boissons aux fruits | 21 |

Chapitre II : Polyphénols et vitamine C

| | |
|--------------------------------------|----|
| I. Généralité | 22 |
| II. Les Polyphénols | 22 |
| II.1. Définition du Polyphénols..... | 22 |

| | |
|--|----|
| II.2 Classification des Polyphénols | 23 |
| II.2.1. Les acides phénoliques | 24 |
| II.2.2. Les flavonoïdes | 24 |
| II.2.3. Tanins | 25 |
| II.3. Stabilité des Polyphénols | 26 |
| II.4. Propriétés biologiques des composés phénoliques..... | 26 |
| II.5. Intérêts thérapeutiques des Polyphénols | 27 |
| II.6. Radicaux libres et stress oxydant | 27 |
| II.7 Les Polyphénols de quelques fruits | 28 |
| II.7.1. Raisin | 28 |
| II.7.1.1. Vertus des phénols de raisin | 28 |
| II.7.1.2. Grenade | 29 |
| II.7.1.3. Vertus des phénols de grenades | 30 |
| II.7.1.4. Les oranges sanguines..... | 32 |
| II.7.1.4.1 Vertus des phénols des agrumes (orange sanguine)..... | 33 |
| II.8. Impact des procédés de transformation sur les Polyphénols..... | 33 |
| III. La vitamine C | 34 |
| III.1. Définition..... | 34 |
| III.2. Description physico-chimique | 34 |
| III.3. Apport nutritionnel recommandé en vitamine C | 35 |
| III.4. Effet du procédé de fabrication et du stockage sur la stabilité de la vitamine | 36 |
| III.5. Intérêt de la vitamine C | 37 |
| III.5.1. Rôle dans les IAA | 37 |
| III.5.2. Rôle thérapeutique et préventif | 37 |

Partie II : Etude expérimentale

Chapitre I : Matérielle et méthode

| | |
|---------------------------------------|----|
| I. Lieu de stage | 39 |
| II. Démarche suivie..... | 39 |
| III. Analyses physico-chimiques | 40 |
| III.1.Matière première | 40 |
| III.1.1. Analyses de l'eau | 40 |

| | |
|---|----|
| III.1.1.1. Détermination du pH | 40 |
| III.1.1.2. Dureté de l'eau (NA 759) | 41 |
| III.1.1.3 Détermination du taux des chlorures dans l'eau : (NA 9297) | 42 |
| III.1.2. Les concentrés de jus de fruits | 42 |
| III.1.3. Produits finis | 43 |
| III.1.3.1. A la production | 43 |
| III.1.3.2. Au cours de stockage | 43 |
| IV. Analyses microbiologiques | 45 |
| IV.1. Démarche suivie | 45 |
| IV.2. Matière première | 45 |
| IV.2.1. Analyses de l'eau | 45 |
| IV.2.1.1 Recherche et dénombrement des Germes Aérobie Mésophile | |
| Totaux dans les Eaux | 45 |
| IV.2.1.2. Recherche et dénombrement des bactéries Coliformes en milieu | |
| liquide dans les Eaux :(NF T90-413)..... | 48 |
| IV.2.1.3. Recherche et dénombrement des Spores de bactéries | |
| Anaérobies Sulfite-réductrices dans l'eau..... | 52 |
| IV.2.2. Concentré et produits finis..... | 54 |
| IV.2.2.1. Préparations des échantillons | 54 |
| IV.2.2.2. Recherche et dénombrement des Coliformes et Coliformes | |
| Thermo-Tolérants..... | 56 |
| IV.2.2.3. Recherche et dénombrement des Anaérobies Sulfite-Réducteurs..... | 59 |
| IV.2.2.4. Recherche et dénombrement des Levures et Moisissures dans les jus | |
| de fruits et concentrés | 61 |
| V. Analyses nutritionnelles | 63 |
| V.1. Démarche suivie | 63 |
| V.2. Dosage des phénols totaux | 63 |
| V.3. Dosage de la vitamine C par titrage directe | 66 |
| VI. Analyses statistiques | 67 |

Chapitre II : Résultats et interprétations

| | |
|--|----|
| I. Résultats des analyses microbiologiques..... | 68 |
| I.1. Matière première..... | 68 |
| I.1.1. Eau de process | 68 |
| I.1.2. Les concentrés | 69 |
| I.2. Les produits finis..... | 70 |
| I.2.1. A la production..... | 70 |
| I.2.2. Après stockage..... | 70 |
| II. Résultats des analyses physico-chimiques..... | 72 |
| II.1. Matière première..... | 72 |
| II.1.1. Eau de process..... | 72 |
| II.1.2. Résultats des analyses physico-chimiques des concentrés..... | 73 |
| II.2. Résultats des analyses physico-chimiques des produits finis..... | 74 |
| II.2.1. A la production | 74 |
| II.2.1.1. Jus Orange Sanguine Grenade..... | 74 |
| II.2.1.2. Nectar Raisin..... | 75 |
| II.1.3. Le Cocktail Fruits Rouges | 76 |
| II.2.2. Après stockage..... | 78 |
| II.2.2.1.Boisson Orange Sanguine..... | 78 |
| II.2.2.2. Nectar Raisin | 80 |
| II.2.2.3. Cocktail de Fruits Rouges..... | 83 |
| III. Résultats des analyses nutritionnelles..... | 86 |
| III.1. Dosage de la vitamine C | 86 |
| III.1.1. Au cours de la production..... | 86 |
| III.1.2. Après vieillissement..... | 88 |
| III.2. Teneur en phénols totaux..... | 90 |
| III.2.1. Au cours de la production..... | 90 |
| III.2.2. Après vieillissement..... | 93 |

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

INTRODUCTION

La consommation de fruits et de légumes constitue un enjeu de santé publique, mais aussi un enjeu économique pour les producteurs et les transformateurs. Depuis le début des années quatre vingt, la consommation des fruits transformés dans le monde ne cesse de se développer.

Les jus de fruits et de légumes contiennent la plupart des composés nutritionnels, parfois avec une teneur et une biodisponibilité accrue (**Verreault, 2009**). Pendant longtemps les recherches et les études épidémiologiques se sont attachées à mettre en évidence le rôle des marqueurs supposés principaux de cet effet protecteur, les vitamines, antioxydant (**Macheix et al., 2005**), polyphénols (flavonoïdes, acides phénoliques...), limonoïdes, phytostérols, fibres (pectine...) et terpènes (**Buelga et al., 2011**).

La fabrication des jus de fruit semble critique compte tenu des spécifications nutritionnelles de ces boissons notamment la fragilité des vitamines et composés phénoliques (de fort intérêt nutritionnel) aux différentes opérations technologiques (**Cattan, 2005**), ce qui suggère le recours aux démarches permettant de réduire voir d'atténuer toute perte de cette qualité.

Les travaux portant sur les impacts des différents procédés de transformation sur la qualité nutritionnelle des jus de fruits et notamment sur leur composition en antioxydants naturels tels que la vitamine C, les caroténoïdes ou les polyphénols restent encore peu nombreux (**Emira, 2011**).

Dans cette optique notre travail s'articule autour du suivi des teneurs en vitamine C et en phénols totaux dans les boissons Orange Sanguine Grenade, Cocktail de Fruits Rouges et Nectar de Raisin au cours de leur fabrication et de leur vieillissement.

Une étude de la stabilité physico-chimique et microbiologique des boissons stockées à différentes températures (4°,25°et 37°C) pendant 1 mois a été aussi entreprise.

Ainsi notre travail se compose de trois parties:

- Une synthèse bibliographique sur la technologie de fabrication des jus et leur valeur nutritionnelle,
- une partie matériel et méthodes,
- et une partie résultats et interprétation.

I. Lieu de stage :

Notre étude expérimentale a été réalisée au niveau de la société Vitajus au niveau de laboratoire d'analyses physicochimiques et microbiologiques. Cette société est une industrie spécialisée dans la fabrication des jus, nectars de fruits.

Les analyses nutritionnelles ont été effectuées au niveau de CRAPC Bousmail

➤ **Présentation de l'entreprise Vitajus :**

« VITAJUS » est une jeune entreprise qui a démarré ses activités en octobre 2000. Elle est dirigée et gérée par Monsieur Makhlouf Belfar et Belkacem Belfar, tous deux propriétaires. Elle est constituée d'une unité de production dotée d'une technologie moderne et ce, pour répondre aux normes internationales les plus strictes. Elle est exploitée par un personnel formé et hautement qualifié. Cette unité est certifiée ISO 9001 : 2000 depuis Mai 2001, puis à l'ISO 9001 :2008.

Afin de s'approcher à boucler le système Qualité, elle s'engage en 2009 à l'adoption de la norme internationale ISO 22000. Après 12 mois, elle obtient en février 2010 la certification à l'ISO 22000: 2005 Système de Management de Qualité et Sécurité des Denrées Alimentaires (SMQSDA) (**Manuel Qualité Vitajus**).

II. Démarche suivie :

Dans cette étude tous les concentrés de jus, produits semi finis et finis des boissons (Orange sanguine Grenade, Nectar Raisin et Cocktail de fruits rouges) ont fait l'objet d'une analyse physicochimique microbiologique et nutritionnelle (vitamine C et polyphénols totaux) suivant le model « échantillonnage aléatoire en grappe » ceci conformément aux dispositions de la norme **CODEX STAN 247-2005**. Le nombre et la quantité des échantillons prélevés pour chaque produit et pour chaque paramètre analysé a été adapté conformément à la législation et la réglementation algérienne en vigueur **L'arrêt du 23.07.1995 (JORA 36/1996)**(tableau N°09)

Tableau N°09 : prélèvement des échantillons

| Produit prélevé | | Nombre/quantité de l'échantillon | Lieu de prélèvement |
|------------------|----------------------------|----------------------------------|--|
| Matière première | Eau de process | 1 échantillon de 1L | Robinet |
| | Concentré de fruits rouges | 3 échantillons de 250ml | Chambre froide de stockage des produits importés |
| Boisson finie | | 3 échantillons de 1L | Entrepôt des produits finis |
| Boisson stockée | | 3 échantillons de 1L | Salle d'échantillothèque |

III. Analyses physico-chimiques :

III.1. Matière première :

III.1.1. Analyses de l'eau :

L'analyse physicochimique de l'eau se réalise sur l'eau de process

III.1.1.1. Détermination du pH : (NA 2233)

Principe :

Le pH est mesuré directement à l'aide d'un pH-mètre

Mode opératoire :

- Mise sous tension du pH-mètre
- Introduire l'électrode dans la solution à contrôler.
- 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.

III.1.1.2. Dureté de l'eau (NA 759) :**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^{+2} et Mg^{+2} .

Mode opératoire :

- Mettre 100ml d'eau dans un erlenmeyer de 250ml ;
- ajouter quelques gouttes de noir d'ériochrome (15gouttes) ;
- ajouter 2 ml de la solution de tampon pH =10(Ammoniacal) ;
- 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 :

$$\text{TH} = 1000. C. V1/V2$$

La concentration totale en Ca^{+2} et Mg^{+2} exprimée en mmol/l

C : Concentration en mol/l de la solution E.D.T.E de 0,02N

V1 : Volume en ml de la solution E.D.T.A

V2 : Volume en ml de l'échantillon (c.à.d. 100 ml) ;

Conversion : 0,1 mmol/l= 1°F

$$\text{TH (°F)} = V1$$

III.1.1.3. Détermination du taux des chlorures dans l'eau : (NA 9297)

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 Erlenmeyer
- Ajouter quelques gouttes de K_2Cr_4 à 10%, titrer avec une solution d' $AgNO_3$ 0,03N jusqu'à apparition d'un précipité rougeâtre
- Expression des résultats :

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

V : volume $AgNO_3$ versé

III.1.2. Les concentrés de jus de fruits :

Les analyses physicochimiques des concentrés des jus de fruits ont porté sur la détermination de l'acidité et du degré Brix

Acidité : (NA 691)

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

Mode opératoire :

- Dans un Erlenmeyer de 250 ml, peser 5 g de concentré des jus de fruits ou purée de fruit ou pulpe de fruits (selon le cas) ajouter 70 ml d'eau distillée ;
- mélanger à l'aide d'un agitateur magnétique, ajouter quelques gouttes de phénol phtaléine, titrer avec la soude 1 fois normale (1N) jusqu'au virage rose.

Expression des résultats:

En acide citrique mono hydraté :

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

En acide citrique anhydre :

$$\text{Acidité} = V.12,8 \text{g/Kg}$$

III.1.3. Produits finis :**III.1.3.1. à la production :**

Les boissons orange sanguine grenade, nectar de raisin et cocktail de fruits rouges ont subi des analyses physico-chimiques sur les paramètres : Acidité, pH, degré Brix et densité.

III.1.3.2. Au cours de stockage :

Les boissons étudiées (Boissons orange sanguine grenade, Nectar Raisin et cocktail de fruits rouges) ont été incubées pendant 1 mois à 3 températures (4,25 et 37C°) pour être analysées en suivant les paramètres suivants : pH et degré Brix.

Acidité : (NA 691)

PRINCIPE : Analyse de l'acidité par méthode titrimétrique à l'aide d'une base de normalité connue.

Mode opératoire :

Dans un erlenmeyer de 250 ml, prélever 100 ml de jus

* Ajouter quelques gouttes de phénol phtaléine.

* Titrer avec la soude 1 fois normale (1N) jusqu'au virage rose

Expressions des résultats :

- * En acide citrique mono hydraté : Acidité = $V \cdot 0,7$ g/l

$$\text{Acidité} = V \cdot 0.7 \text{ g/l}$$

- * En acide citrique anhydre : Acidité = $V \cdot 0,64$ g/l

$$\text{Acidité} = V \cdot 0.64 \text{ g/l}$$

Le Brix : (NF V05-101)

Principe : Détermination de la teneur des matières sèches Solubles exprimé en degré Brix.

Mode opératoire :

- Appliquer une petite prise d'essai sur le prisme du Réfractomètre, en veillant à ce que les prismes soient pressés l'un contre l'autre
- La prise d'essai couvre uniformément la surface du verre.
- Effectuer la mesure conformément aux instructions Opératoires de l'appareil utilisé.

Expressions des résultats :

- La lecture directe, sur le réfractomètre
- Prendre comme résultats, la moyenne arithmétique de deux à trois déterminations.

Densité : (NF 19886)

La détermination de la densité du produit est faite par lecture directe sur le densimètre

Mode opératoire :

- Verser le produit dans l'éprouvette tenue inclinée afin d'éviter la formation de bulle d'air

- Introduire et plonger doucement, le densimètre en le retenant dans sa descente, lorsqu'il a pris une position d'équilibre l'enfoncer légèrement puis le laisser reprendre, une position d'équilibre sans qu'il touche l'éprouvette
- La lecture est faite à la partie inférieure du ménisque.

pH : (NA 2233) : méthode citée précédemment

IV. Analyses microbiologiques :

IV.1. Démarche suivie :

Les matières premières entrant dans la composition des boissons ont été analysées : l'eau de process, les concentrés de jus de fruits. Les produits finis à la production et après stockage ont subis des analyses microbiologiques aussi conformément aux dispositions de **l'arrêté interministériel du 24.01.1998** modifiant et complétant **l'arrêté interministériel du 23.07.1994** relatif aux spécification microbiologiques de certaines denrées alimentaires (**JORA N°35, 1998**).

Voir en annexe 3, le matériel utilisé.

IV.2. Matière première :

IV.2.1. Analyses de l'eau :

IV.2.1.1 Recherche et dénombrement des Germes Aérobie Mésophiles Totaux dans les Eaux : (Norme NF EN ISO 6222)

La méthode consiste en la recherche et le dénombrement des microorganismes dans les eaux destinées à la production des jus par comptage des colonies à 22°C et à 37°C.

Mode Opérateur.

- ◆ A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 1 ml dans deux boites de Pétri vides, numérotées et préparées à cet usage comme l'indique la figure 09.
- ◆ Compléter ensuite avec environ 19 ml de gélose TGEA fondue puis refroidie à $45 \pm 2^\circ\text{C}$. Le temps qui s'écoule entre le moment où l'on a distribué l'inoculum dans la boîte et celui où le milieu est coulé ne doit pas excéder 15 minutes.

- ◆ 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, sur une surface fraîche et horizontale.
- ◆ Laisser solidifier les boîtes sur pailleasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de la même gélose ou de gélose blanche. Cette double couche, a un rôle protecteur contre les contaminations externes diverses.

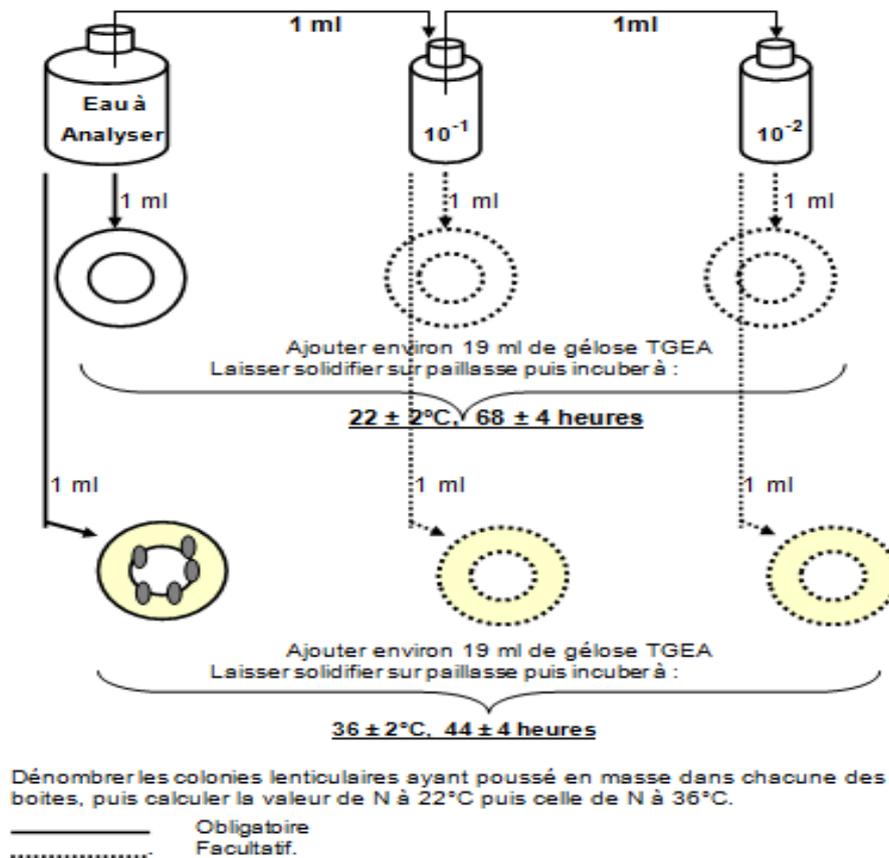


Figure N° 10 : Recherche et dénombrement des Germes Aérobie Mésophiles Totaux dans les Eaux

Les boîtes seront partagées en deux séries distinctes :

- La première série sera incubée à $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 68 ± 4 heures,
- La seconde série sera incubée à $36 \pm 2^{\circ}\text{C}$, pendant $44 \pm 4^{\circ}\text{C}$ heures.

Lecture et interprétation :

- ◆ Les colonies de microorganismes revivifiables apparaissent en masse sous formes lenticulaires et bien distinctes. Retenir les boites contenant entre 15 et 300 colonies, au niveau de deux dilutions successives. Il faut qu'une boite renferme au moins 15 colonies.
- ◆ Calculer ensuite la valeur du nombre **N**, de microorganismes revivifiables à $22 \pm 2^\circ\text{C}$ à part et celle du nombre **N** de microorganismes revivifiables à $36 \pm 2^\circ\text{C}$ à part, en tant que moyenne pondérée, à l'aide de l'équation suivante :

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

Où :

Σc : est la somme des colonies dénombrées sur deux boites de dilutions successives retenues.

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

Estimation des petits nombres de Germes aérobies mésophiles totaux :

- ◆ Si la boite contient moins de 15 colonies, exprimer le résultat sous la forme suivante : pour les produits liquides :

$$N_e = a$$

Où

a : est le nombre de *germes aérobies mésophiles totaux* identifiés.

- ◆ Si la boite ne contient aucune colonie, exprimer le résultat sous la forme suivante : <1 germe aérobie mésophile totaux.

IV.2.1.2. Recherche et dénombrement des bactéries Coliformes en milieu liquide dans les Eaux :(NF T90-413)

La méthode consiste à la recherche et le dénombrement des bactéries Coliformes en milieu liquide dans les eaux par la technique du nombre le plus probable (NPP), basée sur deux étapes consécutives :

- **Le test de présomption:** réservé à la recherche des Coliformes totaux,
- **Le test de confirmation :** réservé à la recherche des Coliformes thermo tolérants (fécaux) à partir des tubes positifs de test de présomption.

Test de présomption :

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

- ◆ 1 fois 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
- ◆ Chassez l'air éventuellement présent dans les cloches de Durham et bien mélangé le milieu et l'inoculum.
- ◆ 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 de gaz (supérieur au 1/10^ede 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 ci-avant.

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP figurant en annexe(4).

Exemple:

| Inoculum | Test de présomption | Nombre Caractéristique |
|-----------|---------------------|------------------------|
| 1 X 50 ml | + | 1 |
| 5 X 10 ml | + | 3 |
| | + | |
| | + | |
| | - | |
| 5 X 1 ml | + | 2 |
| | + | |
| | - | |
| | - | |

Le nombre caractéristique est donc « **132** » ; ce qui correspond sur la table NPP au nombre 14. On considère alors qu'il y a 14 Coliformes par 100 ml d'eau à analyser.

Test de confirmation :

Le test de confirmation est basé sur la recherche de Coliformes thermo tolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli*. Les coliformes thermo tolérants ont les mêmes propriétés de culture et de fermentation que les coliformes mais à 44°C.

Escherichia coli est un coliforme thermo tolérant qui entre autre produit de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à 44°C.

Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du test de présomption feront l'objet d'un repiquage à l'aide de deux gouttes dans un tube correspondant numéroté contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham, comme l'indique la figure N°11.

Chasser l'air éventuellement présent dans les Cloches de Durham, bien mélanger le milieu et l'inoculum et incuber au bain marie à 44°C pendant 24 heures

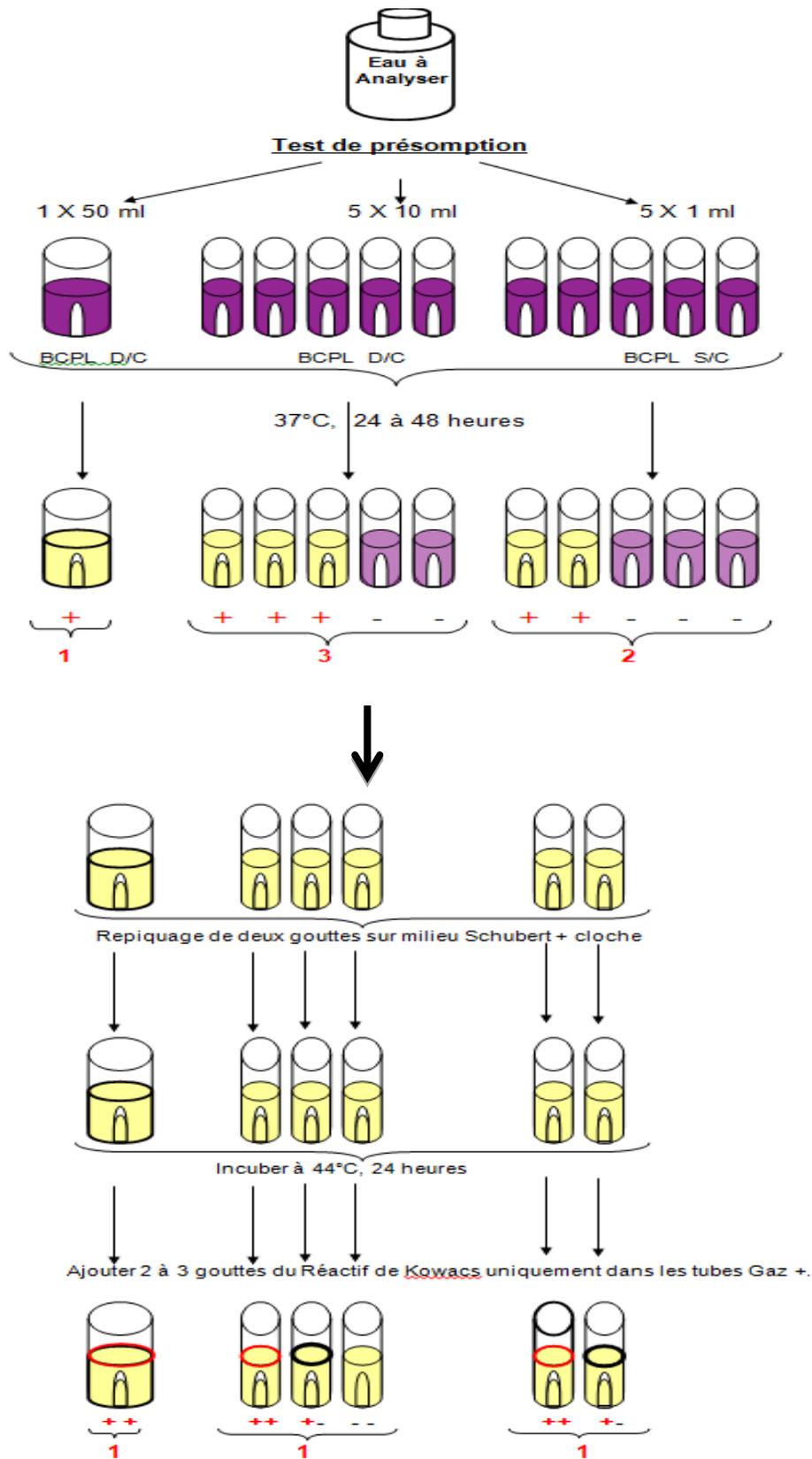


Figure N° 11 : Recherche et dénombrement des coliformes à 37°C et 44°C

Lecture :

Ils ont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois: un dégagement de gaz et un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu de Schubert 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

Exemples :

En reprenant l'exemple précédent relatif au dénombrement des Coliformes, cela suppose que nous avons 6 tubes à repiquer à savoir :

- le flacon de BCPL D/C,
- 3 tubes sur 5 de BCPL D/C, et
- 2 tubes sur 5 de BCPL S/C.

| Inoculum | Test de présomption | Nombre Caractéristique | Test de confirmation | | Nombre Caractéristique |
|-----------|---------------------|------------------------|----------------------|--------|------------------------|
| | | | Gaz | Indole | |
| 1 X 50 ml | + | 1 | + | + | 1 |
| 5 X 10 ml | + | 3 | + | - | 1 |
| | + | | + | + | |
| | + | | - | + | |
| | - | | | | |
| | - | | | | |
| 5 X 1 ml | + | 2 | - | + | 1 |
| | + | | + | + | |
| | - | | | | |
| | - | | | | |
| | - | | | | |

Le nombre caractéristique relatif au dénombrement des Coliformes fécaux est donc « 111 », ce qui correspond sur la table du NPP : “155” au chiffre 5.

Le résultat final sera donc de :

14 Coliformes totaux dans 100 ml d'eau à analyser

5 Coliformes fécaux dans 100 ml d'eau à analyser

Remarque : Etant donné que les coliformes fécaux font partie des coliformes totaux, il est pratiquement impossible de trouver plus de coliformes fécaux que de coliformes totaux

IV.2.1.3. Recherche et dénombrement des Spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices dans l'eau : (NF T90-415)

La méthode consiste en la recherche et le dénombrement des spores des bactéries Anaérobies Sulfito-Réductrices dans les eaux destinées à la production de jus de fruits, par incorporation en gélose en tubes profonds.

On entend par bactéries Anaérobies Sulfito-Réductrices, les bactéries qui se présentent sous forme de Bacilles à Gram Positif qui en se développant à température de $36 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 24 à 48 heures en gélose profonde de type Viande Foie donne des colonies caractéristiques de couleur blanchâtre entourées d'une auréole noire. Cette dernière, est le témoin de la réduction du sulfite de sodium (Na_2SO_3) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de Fe^{+2} donne FeS_2 (sulfure de fer) de couleur noire.

La présence de spores de bactéries ASR dans les eaux, sans flore d'accompagnement, constitue généralement un véritable indice de contamination ancienne

Mode opératoire :

Basée sur la recherche et le dénombrement sur gélose Viande Foie.

- ◆ A partir de l'eau à analyser : Transférer environ 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 bactéries anaérobies sulfito-réductrices éventuellement présentes, comme le montre a figure 12.

- ◆ Après chauffage, refroidir immédiatement le flacon destiné à l'analyse, sous l'eau de robinet.
- ◆ Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 2 tubes différents et stériles, à raison de 10 ml par tube.
- ◆ Ajouter environ 18 à 20 ml de gélose Viande Foie préalablement fondue puis refroidie à $47 \pm 1^\circ\text{C}$ et additionnée de ses additifs spécifiques soit une ampoule d'Alun de fer et une ampoule de Sulfite de sodium.

Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant d'introduire des bulles d'air et de l'oxygène.

- ◆ Laisser solidifier sur pailleuse pendant environ 30 minutes, puis incuber à $44 \pm 2^\circ\text{C}$, pendant 24 à 48 heures.

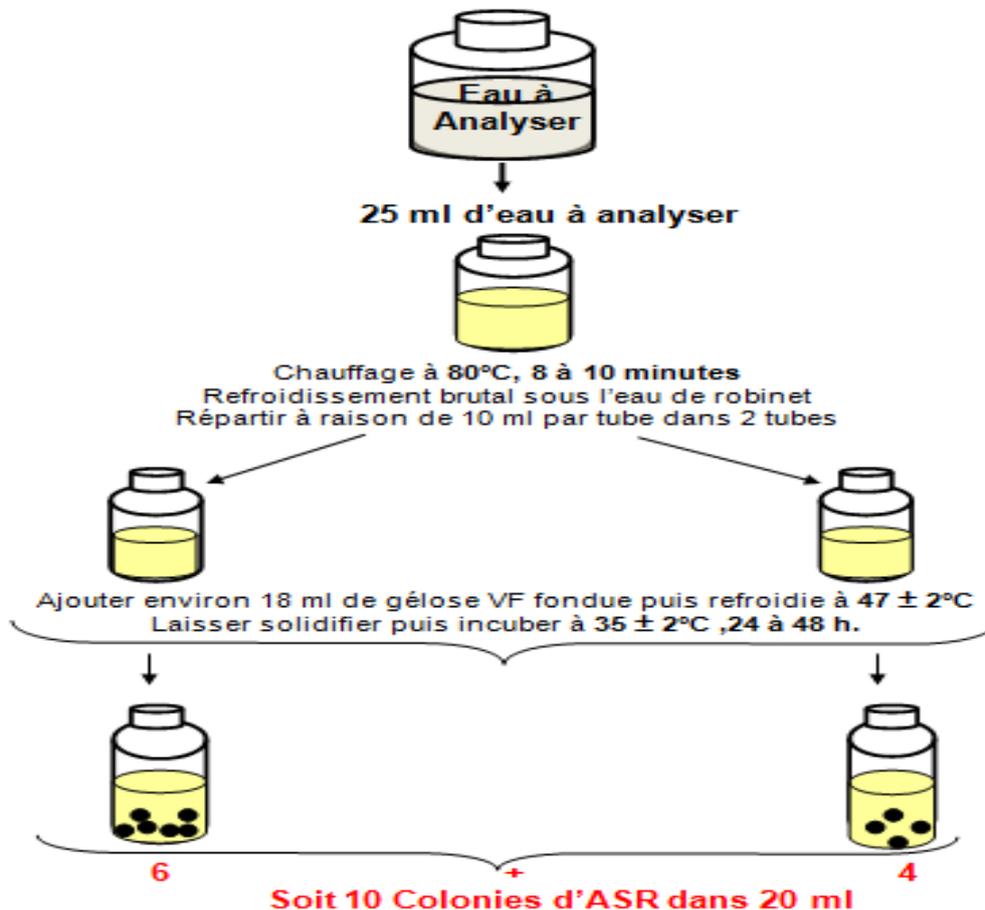


Figure N°12 : Recherche et dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs

Lecture et interprétation :

- ◆ La première lecture doit absolument être faite à 16 heures car très souvent les spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices sont envahissantes, auquel cas on se trouvera en face d'un tube complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse sera nécessairement à refaire en poussant les dilutions décimales à 10^{-1} voire 10^{-2} .
- ◆ La seconde lecture se fera à 24 heures et la troisième et dernière à 44 ± 4 heures.
- ◆ Dénombrer toute colonie noire de 0,5 mm de diamètre, ayant poussé en masse et rapporter le nombre total des colonies à 20 ml d'eau à analyser.

IV.2.2. Concentré et produits finis:**IV.2.2.1. Préparations des échantillons : (EN ISO 6887-1)****• Cas des produits liquide**

Dans le cas des produits liquides (jus/ nectar), on procède aseptiquement au mélange de trois échantillons. Ce mélange constituera la solution mère (SM = 1) et servira à effectuer les dilutions décimales.

Dilutions décimales :

- ◆ **Première dilution** : Introduire aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile ou à l'aide d'une pipette automatique stérile, 1 ml de la SM, dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml de diluant TSE (Tryptone Sel Eau) : cette dilution constitue alors la dilution au $1/10^e$ ou 10^{-1} , mélanger soigneusement et doucement.
- ◆ **Seconde dilution** : Changer de pipette et prendre toujours aseptiquement 1ml de la dilution 10^{-1} , à introduire dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml du même diluant (TSE) : cette dilution est alors au $1/100^e$ ou 10^{-2} , mélanger soigneusement et doucement.
- ◆ **Troisième dilution** : Changer de pipette et prendre toujours aseptiquement 1ml de la dilution 10^{-2} , à introduire dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml du même diluant (TSE) : cette dilution est alors au $1/1000^e$ ou 10^{-3} , mélanger soigneusement et doucement.

Dans ce cas, nous disposons d'une solution mère et de trois dilutions décimales, comme le montre le schéma ci-après :

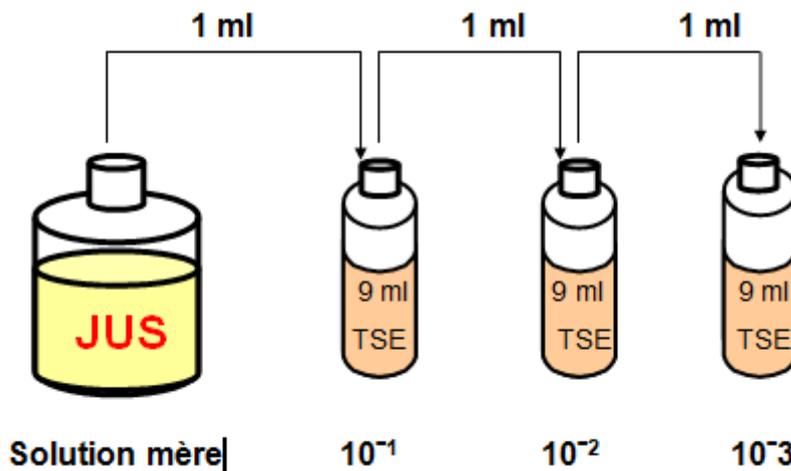


Figure N °13 : dilutions décimales des produits liquides.

b.Cas des produits solides.

Dans le cas des produits solides (concentrés), introduire aseptiquement 25 grammes de produit à analyser dans un flacon taré contenant au préalable 225 ml de diluant soit le TSE (Tryptone Sel Eau). Homogénéiser pendant quelques minutes.

Cette suspension constitue alors la dilution mère (DM) encore appelée suspension mère qui correspond donc à la dilution $1/10^6$ ou 10^{-6} .

Dilutions décimales.

- ◆ **Seconde dilution** : Introduire aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile ou à l'aide d'une pipette automatique stérile, 1 ml de la suspension mère, dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml de diluant TSE (Tryptone Sel Eau) : cette dilution constitue alors la dilution au $1/100^e$ ou 10^{-2} , mélanger soigneusement et doucement.
- ◆ **Troisième dilution** : Changer de pipette et prendre toujours aseptiquement 1ml de la dilution 10^{-2} , à introduire dans un tube à vis stérile contenant au

préalable 9 ml du même diluant (TSE) : cette dilution est alors au $1/1000^e$ ou 10^{-3} , mélanger soigneusement et doucement.

Dans ce cas, nous disposons d'une suspension mère et de deux dilutions décimales, comme le montre la figure N ° 14 ci-après.

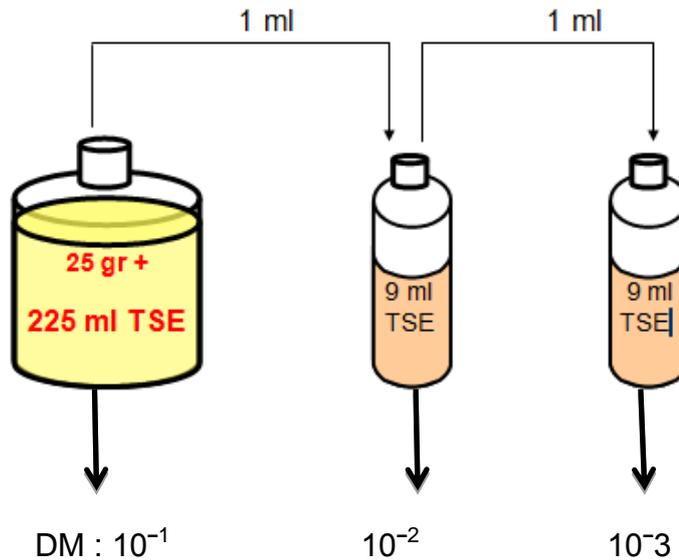


Figure N° 14 : dilutions décimales des produits solides

Remarque :

Ces dilutions serviront à la recherche des germes suivants :

- ✓ Coliformes, coliformes thermo tolérant
- ✓ Anaérobies Sulfito-Réducteurs,
- ✓ Levures,
- ✓ Moisissures.

IV.2.2.2. Recherche et dénombrement des Coliformes et Coliformes Thermo-Tolérants :(NF V08-050 / NF V08-060)

Les Coliformes, Coliformes Thermo-Tolérants et *Escherichia coli* 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 tube et muni d'une cloche de Durham.

Cette méthode fait appel à deux tests consécutifs à savoir : test de présomption suivi du test de confirmation.

Test de présomption.

Préparer dans un portoir une série de 9 tubes contenant le milieu sélectif (VBL) à raison de trois tubes par dilution.

A partir des dilutions décimales 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 1 ml dans chacun des trois tubes correspondant à une dilution donnée comme l'indique la figure 15 :

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

Incubation : Se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

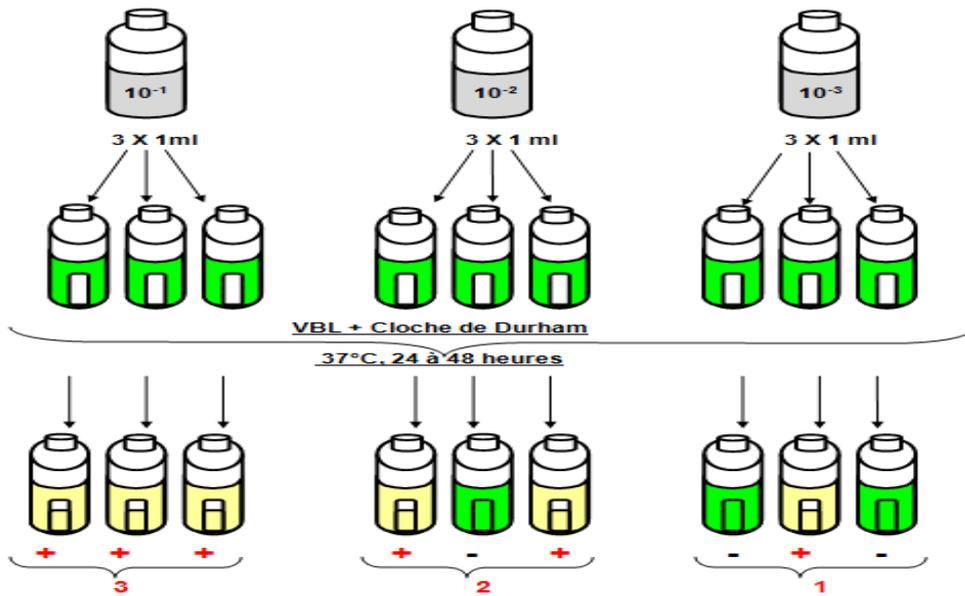
Lecture :

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche), et,
- Un trouble microbien, ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu.

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 N°05



Repiquage des tubes présumés positifs sur Tube VBL et tube eau peptonée exempte d indole

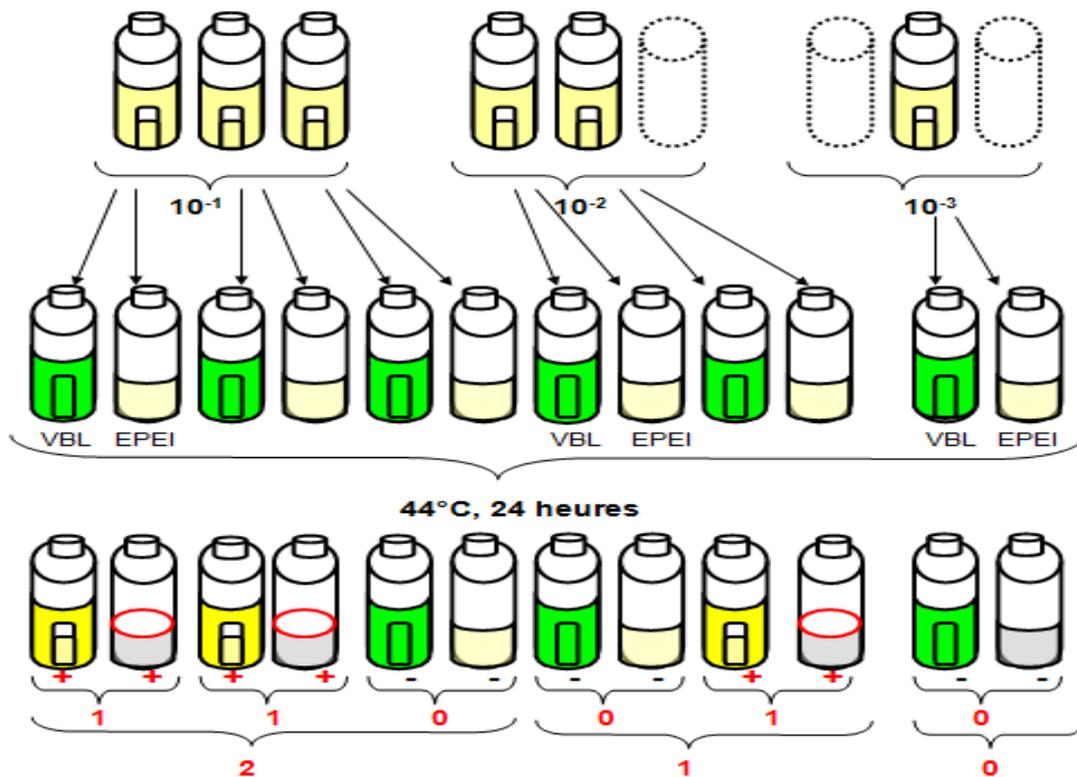


Figure N°15: Recherche et dénombrements des coliformes totaux et fécaux à 37° et 44°C

Test de confirmation :

Les tubes de VBL trouvés positifs lors du dénombrement des Coliformes feront systématiquement l'objet d'un repiquage à l'aide de deux gouttes sur à la fois :

- un tube de VBL muni d'une cloche et,
- un tube d'eau peptonée exempte d'indole comme l'indique la figure N°15

Chasser le gaz présent éventuellement dans les Cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum puis incuber au Bain Marie à $42 \pm 2^\circ\text{C}$, 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 que, *Escherichia coli* est à la fois, producteur de gaz et d'indole à $42 \pm 2^\circ\text{C}$.

IV.2.2.3. Recherche et dénombrement des Anaérobies Sulfito-Réducteurs : (XP V08-061)

Mode opératoire : La recherche et le dénombrement des ASR se fait sur gélose Viande Foie.

Préparation du milieu :

Au moment de l'emploi faire fondre un flacon de gélose viande-foie, le refroidir dans un bain d'eau à 45°C puis ajouter une ampoule d'Alun de Fer et une ampoule de Sulfite de Sodium.

Mélanger soigneusement et aseptiquement.

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

Inoculation :

Les tubes contenant les dilutions 10^{-1} et 10^{-2} 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 1ml de chaque dilution dans deux tubes à vis stériles, puis ajouter 15ml de gélose Viande-Foie prête à l'emploi, dans chaque tube. Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes

Incubations :

Ces tubes seront incubés à 37°C pendant 16-24 heures ou 48 heures.

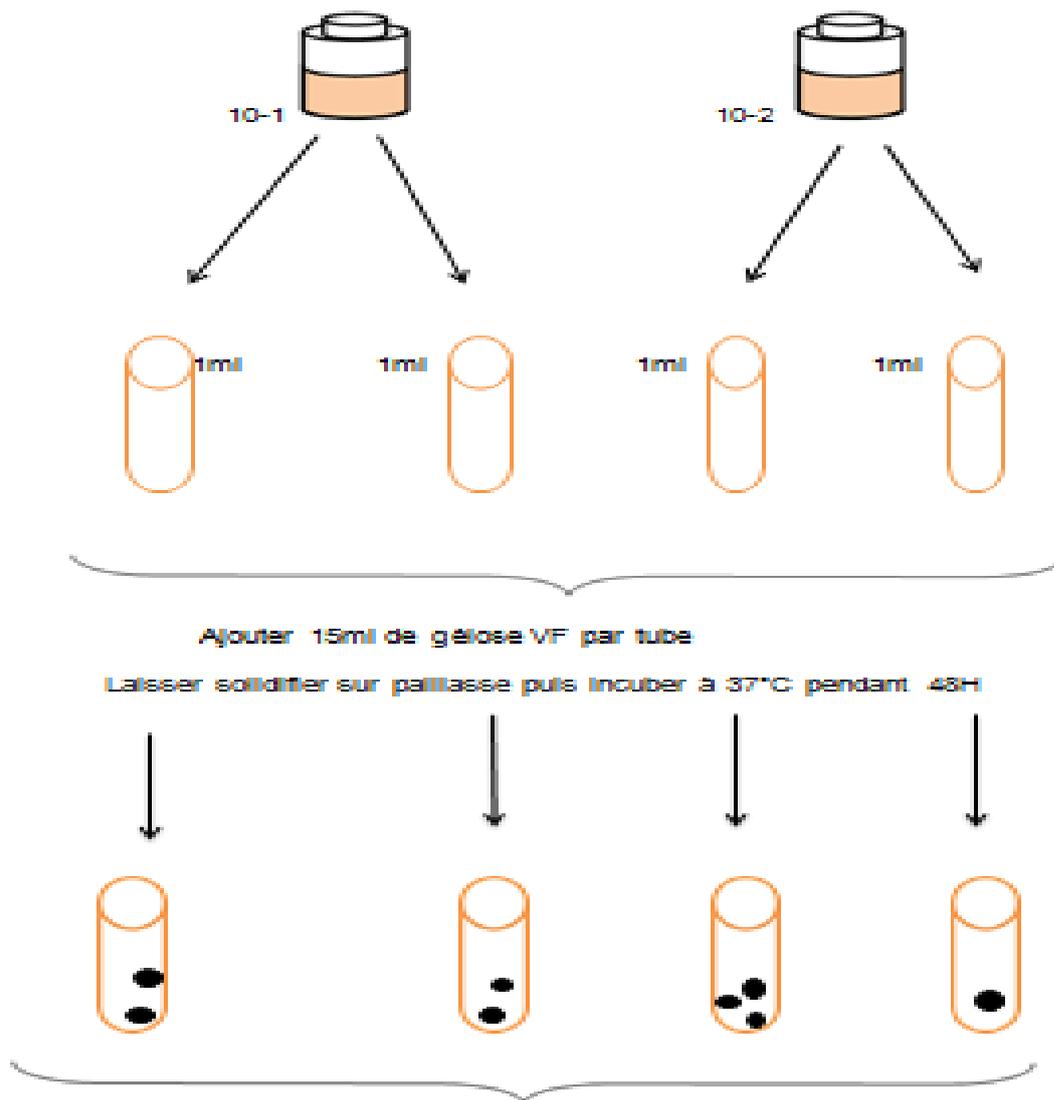
Lectures :

La première lecture doit se faire impérativement après 16 heures.

- ◆ Si les colonies de clostridium sulfite-réducteurs sont envahissantes, on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant alors l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse à refaire.
- ◆ Si la colonie noire ayant poussé en masse et d'un diamètre supérieur à 0.5mm, il faut absolument repérer l'analyse.

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

A partir des dilutions décimales



Dénombrer les colonies noires ayant poussés en profondeur

Figure N° 16 : Recherche et dénombrement des spores d'Anaérobies Sulfito-Réducteurs dans le concentré et le produit fini

IV.2.2.4. Recherche et dénombrement des Levures et Moisissures dans les jus de fruits et concentrés :(NF ISO 7954)

Mode opératoire :

Par cette méthode, les Levures et Moisissures sont recherchées et dénombrées dans les jus de fruits et concentrés selon le protocole suivant (figureN°17) :

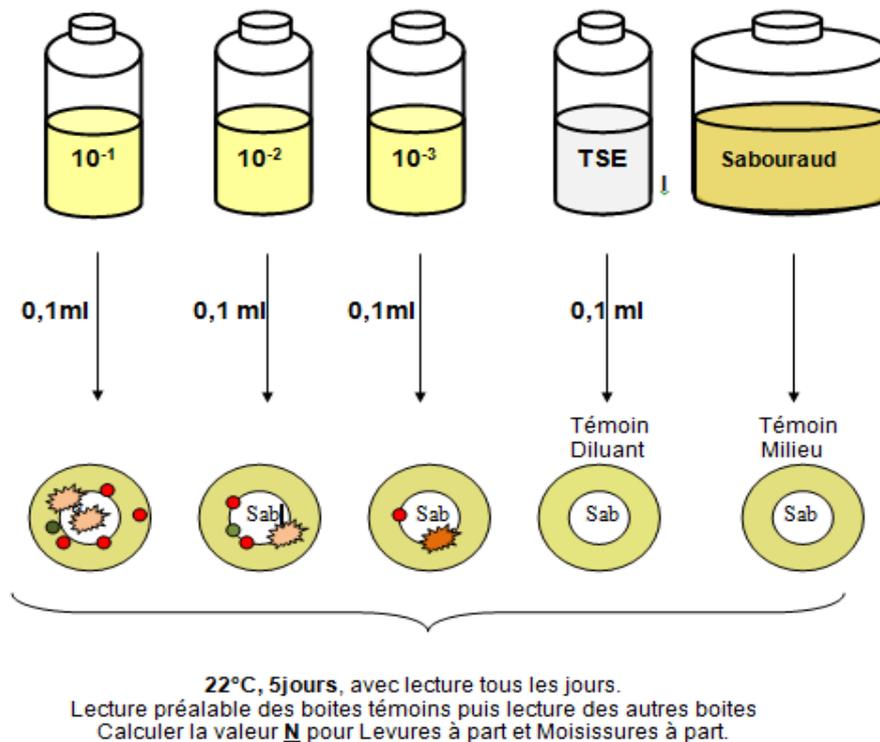


Figure N° 17 : Recherche et dénombrement des levures et moisissures dans le concentré et le produit fini

- ◆ A partir des dilutions décimales, 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 0,1 ml dans une boîte de Pétri contenant de la gélose Sabouraud préalablement fondue, coulée en boîtes de pétrie puis séchées.
- ◆ Etaler les gouttes à l'aide d'un râtelier stérile, puis incuber à 22°C pendant 5 jours, couvercle en haut.
- ◆ Dans le souci de ne pas se trouver en face de boîtes envahies par des Levures ou par des Moisissures, on doit effectuer des lectures et des dénombrements tous les jours, Levures à part et les Moisissures à part.

Lecture et interprétation :

- ◆ Retenir les boîtes contenant entre 15 et 150 colonies, au niveau de deux dilutions successives.

- ◆ Calculer le nombre N, de Levures à part et de Moisissures à part, dénombrés à 22°C dans 0,1 ml de produit en tant que moyenne pondérée, à l'aide de l'équation suivante :

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

Où :

Σ c : est la somme des colonies de Levures ou de Moisissures dénombrées sur deux boîtes de dilutions successives retenues.

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

V : volume de l'inoculum étalé.

V. Analyses nutritionnelles :

V.1. Démarche suivie :

Afin de voir l'impact de traitement thermique et la durée de stockage sur le produit fini de 3 types de jus à température ambiante durant 6mois, on a procédé au dosage de deux antioxydants : phénols totaux et vitamine C

Voir le matériel utilisé en annexe 6.

V.2. Dosage des phénols totaux :

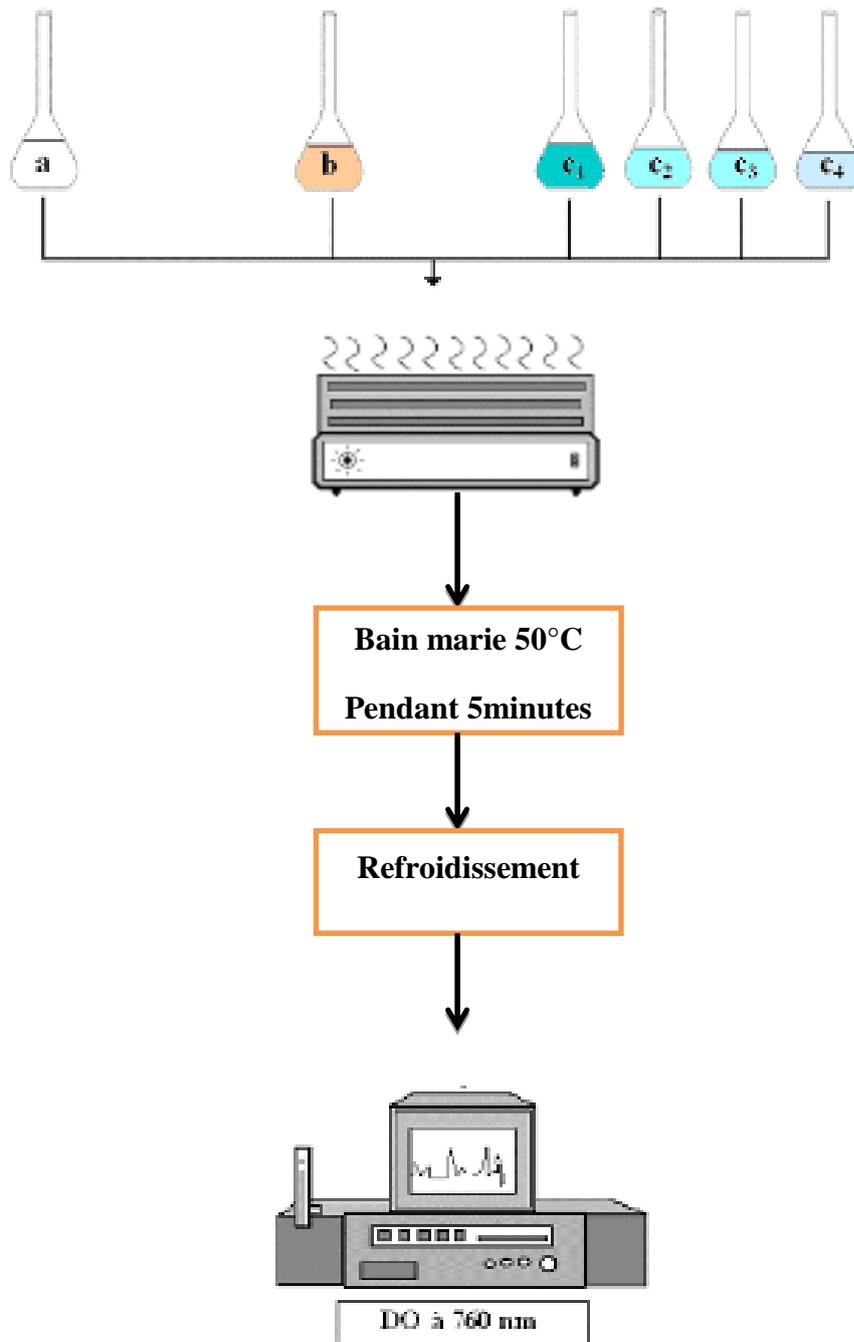
La détermination des composés phénoliques totaux a été effectuée par la méthode de Folin-Ciocalteu selon la méthode de **Skerget et autres (2005)**. Les composés phénoliques sont oxydés par les acides phosphotungstique et phosphomolybdique et ceux-ci sont réduits en oxyde bleu de tungstate et de molybdène. La coloration bleue développée présente un maximum d'absorbance à 760 nm.

Les phénols totaux sont dosés en équivalent d'acide gallique. Pour cela, une courbe d'étalonnage est construite à l'aide d'une solution mère d'acide gallique (de 2000ug/ml) de différentes concentrations (25, 40, 50, 80, 100, 200, 300, 400, 500,1000ug/ml) voir courbe d'étalonnage en annexe 7.

Les concentrés de boissons sont dilués à $1/50^e$ avant le dosage, tandis que les produits semi finis (avant traitement thermique : pasteurisation $95^{\circ}C$ pendant 30seconde) sont dilués à $(1/20^e)$ et les produits finis avant et après stockage sont dilués à $(1/10^e)$

Mode opératoire :

Dans un tube à essai, 0,5ml l'échantillon a été mélangé avec 2.5ml de réactif de Folin-Ciocalteu (dilué dix fois l'eau) et 2ml d'une solution saturée de carbonate de sodium Na_2CO_3 à (75 g/l) a été ajouté. Le mélange chauffé au bain marie à $50C^{\circ}$ pendant 5 min puis refroidi rapidement. La couleur jaune du réactif vire au bleu et on mesure l'absorbance de l'échantillon à 760 nm. Les polyphénols totaux contenus dans le jus ont été exprimées en mg d'acide gallique/100ml de jus de fruits.



a : Eau distillée + SD

b : jus/Nectar + SD

c₁, c₂,..., c₁₀ : concentration différentes d'acide gallique+ SD

SD : Solution de Dosage :1ml de Folin-Ciocalteu +2ml de Na₂CO

Figures N°18 : protocole de dosage des polyphénols totaux par la méthode de follin-ciocalteu (**Skerget et autres 2005**)

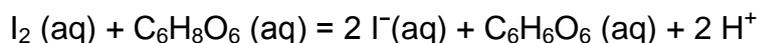
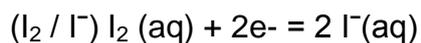
V.3. Dosage de la vitamine C par titrage directe :**Principe de dosage :**

On fait réagir un volume connu de jus de fruit filtré avec du diiode introduit en quantité connue. Le diiode dissous étant la seule espèce colorée en solution, l'équivalence est repérée par le changement de teinte dû au changement de la nature du réactif limitant.

Mode opératoire

- Introduire, dans un erlenmeyer, un volume $V_1 = 10,0\text{mL}$ de jus, mesuré avec une pipette jaugée, ajouter l'empois d'amidon (indicateur coloré)
- Préparation d'empois d'amidon à 5% :
 - (1g d'amidon (poudre blanche) dans 10ml d'eau froide) : solution A
 - 90 ml d'eau bouillante : solution
 - A+B = indicateur coloré
- Remplir une burette graduée avec la solution de diiode de concentration C_2
- Faire un dosage rapide puis un dosage précis. Soit V_2 le volume équivalent alors mesuré.

a) Écrire l'équation de la réaction de dosage :



b) Déterminer la quantité n_1 de vitamine C présente dans le prélèvement dosé

c) En déduire la quantité n_0 de vitamine C dans le jus de fruit.

d) Déterminer la masse de vitamine C contenue dans le jus de fruit.

VI. Analyses statistiques :

Dans le but de déterminer les valeurs moyennes des résultats obtenus et les écarts types, nous avons utilisé le logiciel Excel 2010.

Afin de déterminer l'effet significatif ou pas de la variation des paramètres étudiés, nous avons procédé à une analyse de la variance avec le logiciel STAT-ITCF VERSION 4.

Introduction

Chapitre I

Chapitre II

Matériels et Méthodes

*Résultats et
interprétation*

Conclusion

Annexes

*Références
bibliographiques*

Chapitre I : Jus de fruits

I. Généralités :

Les jus de fruits, nectars et boissons aux fruits appartiennent à la première famille des aliments «L'eau, les liquides et les boissons» selon la classification de l'AFSSA (**Charreau, 2006**).La première fonction de la boisson est vitale, c'est l'hydratation voire la nutrition lorsque celle-ci est additionnée de sucre ou d'autres nutriments : protéines, lipides. Les jus de fruits appartiennent au groupe des aliments dont le pH très acide ($\text{pH} < 3.7$), certains types sont modérément acide $3.7 < \text{pH} < 4.5$ (**Gagnon et al. 1992**).

II. Différents types de boissons :

II.1. Les boissons gazéifiées (Les limonades et les sodas) :

Elles contiennent 10% de fruits, de l'eau, du sucre et éventuellement du gaz carbonique qui les rendra pétillantes, c'est ce qu'on appelle « des limonades », ces boissons sont saturées de gaz carbonique qui augmente la propriété rafraichissante et la saveur alimentaire (**Benamara et Agougou, 2003**).

II.2. Les boissons aux fruits :

Selon (**Tremolieres et al., 1980**)ces produits, plus récents, ont connu un large développement. Ces boissons sont obtenues par dilution de jus, de pulpe, de concentré de fruits avec de l'eau.

Elles sont composées d'eau et de moins 12% d'extrait de fruits ; elles sont légèrement acidulées par de l'acide citrique ; on ajoute de l'acide ascorbique comme antioxydant, et des arômes naturels de fruits.

II.3. Jus de fruits frais :

Un jus simple est obtenu à partir d'un seul type de fruit. Un jus mélangé est obtenu en mélangeant deux ou plusieurs jus ou jus et purées obtenus à partir de différents types de fruits (**CODEX STAN 247-2005**).Ces boissons sont riches en sels minéraux et vitamines qui préviennent des carences diverses pouvant être la cause de nombreux symptômes (**Norman, 2003**).

II.4. Les préparations en poudre pour boissons :

D'après (**Vierling, 2008**) ces produits sont principalement utilisés en distribution automatique. Des poudres existent en jus lyophilisées ou déshydratés et sous forme de poudre de boissons au goût de fruits contenant des sucres, des dextrines, des additifs acidifiants, stabilisants, antioxydants, des colorants.

II.5. Les boissons hypocaloriques :

Ce sont les édulcorants intensifs qui ont un pouvoir édulcorant sensiblement plus grand que celui du sucre (exemple : la saccharine, le cyclamate, l'acésulfame-K, et l'aspartame) ils rentrent dans la composition des boissons lights et possèdent un pouvoir sucrant très élevé « sans les calories » car ils sont utilisés en très petites quantités (**Wybauw, 2005**). L'acésulfame de potassium et l'aspartame sont souvent associés depuis 1988 aux boissons sucrées et les jus de fruits « light ». Ils ne répondent à aucun besoin physiologique mais leur « saveur sucrée » flatte nos papilles. L'apport calorique étant moindre, à goût sucré équivalent, ils donnent surtout bonne conscience. Ces molécules n'ont pas d'effet ni sur la glycémie ni sur le poids (**Baudot et al., 2005**).

III. types de boissons aux fruits :

III.1. Jus de fruits :

La norme générale codex (**CODEX STAN 247-2005**) définit le jus de fruits comme le liquide non fermenté, mais fermentescible, tiré de la partie comestible de fruits sains, parvenus au degré de maturation approprié et frais ou conservés dans des conditions saines conformément aux dispositions pertinentes de la commission du Codex alimentarius.

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

III.2. Jus de fruits obtenus à partir d'un concentré :

La norme générale codex (**CODEX STAN 247-2005**) définit le jus de fruits obtenu à partir d'un concentré comme le produit obtenu en remettant dans le jus de fruits concentré l'eau extraite du jus lors de la concentration, ainsi qu'en restituant les arômes et, le cas échéant, les pulpes et les cellules que le jus a perdu mais qui ont été récupérées lors du processus de production du jus de fruits.

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.

III.3. Jus de fruits concentrés et déshydratés :

La norme générale codex (**CODEX STAN 247-2005**) définit le jus de fruits concentré comme le produit obtenu à partir de jus de fruits d'une ou plusieurs espèces par l'élimination physique d'une partie déterminée de l'eau de constitution. Lorsque le produit est destiné à la consommation directe, cette élimination est au moins de 50 %. La norme générale codex (**CODEX STAN 247-2005**) définit le jus de fruits déshydraté comme le produit 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.

III.4. Nectars de fruits :

Selon la norme **CODEX STAN 247-2005** le nectar de fruits est le produit non fermenté, mais fermentescible, obtenu en ajoutant de l'eau, avec ou sans adjonction de sucres et/ou d'édulcorants, des substances aromatiques, des composés aromatisants volatils, de la pulpe et des cellules, qui doivent tous avoir été obtenus à partir du même type de fruit et par des moyens physiques adaptés, peuvent être ajoutés.

Selon leur mode de conservation, les conditions de leur mise en vente, teneur en fruits, leur composition, traitement subis et leur durée de vie (**HOARAU, 2007**). Les produits sont classés comme indiqué dans le tableau N°1 :

Tableau N° 1 : Classification des jus, nectars et boissons aux fruits :

| Dénomination | | Au rayon | Teneur en fruits | Autres ingrédients | pasteurisation | Durée de stockage |
|---------------------------------------|-----------|----------|------------------|--|----------------|-------------------|
| Pur jus de fruits | frais | frais | 100% | non | Non | 1semaine |
| | réfrigéré | frais | 100% | non | Oui | 4-5 semaines |
| | ambiant | liquide | 100% | non | Oui | 12mois |
| Jus De fruits à base de jus concentré | réfrigéré | frais | 100% | Eau de reconstitution : oui Sucre : rarement utilisé, autorisé avec mention obligatoire | Oui | 4-5 semaines |
| | ambiant | liquide | 100% | Eau de reconstitution : oui Sucre: rarement utilisé, autorisé avec mention obligatoire | Oui | 12mois |
| Nectar | réfrigéré | frais | 25-50%mini | Eau : oui Sucre : autorisé avec mention obligatoire | Oui | 3-4 semaines |

(Hoarau, 2007)

- La dénomination «frais» signifie que le jus n'a subi aucun traitement physique ou de stabilisation après leur extraction ou leur broyage telles que la filtration ou la pasteurisation. Leur réfrigération est nécessaire et leur DLC est courte.
- La dénomination «pur jus de fruits» signifie que le jus n'a subi l'addition d'aucun produit même de sucres. Il a été obtenu ni par concentration, ni à partir de matières premières concentrées
- La mention «100% jus de fruits» signifie qu'il ne s'agit ni d'un nectar ni d'une boisson aux fruits. On peut donc y ajouter, à condition que cette mention soit

indiquée, du sucre dont la quantité sera au-dessus de 50g/L. **(FREDOT, 2005)**

VI. Composition des jus de fruits, nectars et boissons aux fruits :

Les jus de fruits, nectars et boissons aux jus de fruits sont composés de six catégories de substances appelées nutriments : eau, glucides, lipides, protéines, vitamines et sels minéraux **(Briand, 2008)**.

VI.1. L'eau :

D'après **(Charnay et Tourmeau, 2006)** le constituant le plus abondant d'un jus de fruit est naturellement l'eau qui représente entre 75 et 90% de la masse. Selon **(NORME ALGERIENNE NA 6360, 1992) (loi de l'eau 05-12)** cette eau doit avoir tous les critères (microbiologiques, chimiques et physiques) de potabilité.

(Apfelbaum et Romon, 2009) ont démontré que L'excès de certains composants chimiques dans l'eau entrant dans la composition du jus ou la boisson, peut engendrer des effets indésirables sur la qualité de la boisson **(tableau N°02)**

Tableau N°02 : Effets des composants chimiques de l'eau sur la qualité de la boisson.

| Composant | Effet |
|----------------------|--|
| Chlore | Décolore la boisson, altère l'arôme avec formation de chloramine |
| Oxygène | Modifications de goût, de l'arôme, et de la couleur Réduction de la valeur nutritive par la destruction des vitamines |
| FER | Précipité rougeâtre provoquant une altération de la couleur et de la saveur en réagissant avec les substances organiques (colorants) |
| Matière organique | Développement de micro-organismes, colmatage et moussage |
| Particule colloïdale | Turbidité, et dégazage |

(Apfelbaum et Romo, 2009)

VI.2. Le sucre :

Selon la norme internationale du codex alimentarius (**CODEX STAN 247-2005**), les sucres entrant dans la composition des jus de fruits, nectars de fruit sont : sucre blanc, dextrose anhydre, glucose et fructose. Les sucres présentant une humidité inférieure à 2%, telle que définie dans l'arrêté interministériel du **20 Dhou El Hidja 1417 correspondant au 27 avril (1997)**, fixant les spécifications techniques du sucre blanc. La quantité de sucre ajouté dépend de l'acidité de jus et le type de fruits (100 à 200 g/l) (**CODEX STAN 247-2005**).

D'après (**Multon, 1991**) l'ajout du sucre dans les jus a pour rôle de garantir la qualité dégustative de ces derniers et pour l'obtention de produits plus homogènes en qualité et en composition chimique. Les jus trop acides et contenant de grandes quantités de matière sèche sont dilués par des sirops dont le sucre constitue la matière première la plus importante.

VI.3. Acides organiques :

Les acides organiques sont rajoutés dans la boisson non seulement pour des raisons organoleptiques mais aussi pour la conservation du produit. La dose d'acide à ajouter dépend de certains facteurs : le pH du produit fini que l'on veut obtenir, la nature de l'acide utilisée. Les principaux acides utilisés dans l'industrie de boisson sont : l'acide malique, l'acide ascorbique, l'acide tartrique et l'acide citrique (**Apfelbaum et Romon, 2009**). Leur teneur varie entre 2 et 15g/l (**Charnay et Tourmeau, 2006**).

VI.4. Les pectines :

Selon (**Charnay et Tourmeau, 2006**) les pectines sont des macromolécules de nature glucidique, d'origine exclusivement végétale. Au cours du pressage, elles sont partiellement entraînées dans le jus mais jouant un rôle dans la stabilité colloïdale et la clarification du jus. Leur teneur varie souvent entre 0,1 et 2 g/l.

VI.5. Les composés aminés :

Les composés aminés interviennent dans les réactions de brunissement non enzymatique suite aux traitements thermiques et certains enzymes pouvant avoir des effets favorables ou défavorables sur l'élaboration du produit et ses qualités organoleptiques. Leur teneur est : 0,05 à 0,5 g/l (**Charnay et Tourmeau, 2006**).

VI.6. Les composés phénoliques :

Les composés phénoliques sont les substrats du brunissement enzymatique et également impliqués dans l'amertume du jus. Leur taux est de 0,1 à 5 g/l (**Leminous, 2006**).

VI.7. Les vitamines :

Les jus de fruits et nectars contiennent naturellement des vitamines (**Bourgeois, 2006**). D'après (**Charny et Tourmeau, 2006**) on trouve les vitamines hydrosolubles : du groupe B, la vitamine C et liposolubles : notamment la vitamine E, la vitamine K et la provitamine A (bêta-carotène).

L'ajout des vitamines dans les boissons aux fruits peut avoir plusieurs objectifs:

- ❖ ajout pour restaurer dans la boisson la qualité initialement présente et perdue lors du processus de fabrication;
- ❖ ajout pour enrichir la boisson en vitamine et communiquer sur cette valeur ajoutée auprès du consommateur (impact marketing);
- ❖ ajout de vitamine en tant que colorant;
- ❖ ajout de vitamine en tant qu'antioxydant pour assurer une meilleure conservation de la boisson au cours de son vieillissement.

Les vitamines étant très sensibles à la chaleur et à l'oxydation, il est judicieux d'ajouter les vitamines le plus tard possible pour limiter leur dégradation en cours de process. Ainsi l'incorporation des vitamines est le plus souvent réalisée dans le produit fini, juste avant l'étape de pasteurisation et d'embouteillage, pour éviter toutes les étapes de mélanges et stockage intermédiaires des matières semi-ouvrées (**ANONYME 1**).

VI.8. Les sels minéraux et oligoéléments :

On trouve dans les jus de fruits, les nectars et les boissons aux fruits entre autres le Sodium, le Potassium, le Calcium, le Fer et le Magnésium (**Charnay et Tourmeau, 2006**)

VI.9. Les additifs alimentaires :

En plus de l'arôme naturel du fruit et d'autres extraits ajoutés, l'adjonction d'additifs est tolérée pour les jus de fruits, dans la limite de la législation en vigueur.

Est considérée comme additif, toute substance:

- ❖ qui ne peut être consommée normalement en tant que denrée alimentaire;
- ❖ qui présente ou non une valeur nutritive ;
- ❖ qui n'est pas assimilée à une matière première indispensable dans la composition d'une denrée alimentaire (**anonyme, 2011**).

Les jus de fruits, les nectars et les boissons aux fruits peuvent comporter également dans leur composition des additifs alimentaires qui sont ajoutés dans le but d'améliorer son conditionnement, sa fabrication, sa propriété de conservation, son arôme, sa couleur, sa texture, son apparence, ou de rendre sa consommation plus pratique (**Apfelbaum et Romon, 2009**)

Le Décret exécutif n° 92-25 du 13 janvier 1992 fixe les conditions et modalités d'utilisation des additifs dans les denrées alimentaires. La liste des additifs autorisés est quant à elle publiée dans l'arrêté interministériel du **2 Dhou El Hidja 1422 correspondant au 14 février 2002** et les conditions d'utilisation des édulcorants sont fixées par l'arrêté interministériel du **7 Ramadan 1420 correspondant au 15 décembre 1999**.

V. Valeur alimentaire des jus de fruits, nectars et boissons aux fruits :

On retrouve dans les jus, les caractéristiques des fruits, cellulose (fibres) en moins. Ils constituent une source très importante de vitamines: C, bêta-carotène et des minéraux : Potassium, Magnésium, Calcium. La valeur énergétique est liée à la teneur en glucide (glucides de fruits plus saccharose éventuellement ajouté), (**Roudaut Et Lefrancq, 2005**).

Au-delà de ces familles connues (vitamines, minéraux,..) il faut aussi prendre en compte les flavonoïdes (**Millet et Gallais, 2008**) qui présentent une fonction antioxydante (**Descheemaeker et Provoost, 2001**). Ces boissons renferment le lycopène (**Creff et Layaniet, 2004**), les huiles essentielles (**Dehyeet Al.,2004**). Les oligoéléments existent aussi dans les jus et boisson aux fruits, ce sont des micronutriments essentiels impliqués dans de nombreux processus métaboliques.

Les carences en oligoéléments sont rares. Le jus d'orange contient 200mg de magnésium/100mg (**Barthelemy et Fclement, 1998**).

V.1. Les bienfaits des jus de fruits :

Les bienfaits des jus de fruits, nectars et boissons aux jus de fruits sur la santé humaine sont représentés dans le tableau N°03 :

Tableau N°03 : bienfaits des jus de fruits sur la santé humaine

| Bienfaits | Références |
|---|------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Faciliter l'élimination des toxines dans l'organisme ✓ Neutraliser les substances cancérogènes ✓ réparer les dommages subis à notre ADN | (Blanc, 2007) |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Couvrir les besoins en vitamines | (Jodoin, 2010) |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Les huiles essentielles ont un effet stimulant digestif et antiseptique | (Dehaye et Al., 2004) |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Absorption des nutriments très facile | (Kleiner,2007) |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ réduire la formation des radicaux libres | (Schlienger,2011) |

V.2. Les limites des jus de fruits :

Les caractéristiques de certaines boissons sont des freins à leur consommation, le taux de sucre, les édulcorants, les arômes artificiels, les additifs alimentaires, les allergènes...etc. L'ajout du sucre aux jus favorise les caries dentaires et il conduit à l'obésité (**Yabsley et Cross,2002**). Les boissons sucrées favorisent les caries dentaires, le surpoids et l'obésité, l'hypertension et les allergies alimentaires (**Moreddu, 2008**).

IV. Procédé technologique de production du jus de fruits :

IV.1. Traitement des eaux :

L'eau étant un élément majeur dans la fabrication des jus de fruits doit être parfaitement saine. Afin d'avoir une eau conforme à la qualité d'eau de fabrication des boissons, on doit procéder aux traitements suivant :

- ❖ **Décantation** : pour éliminer les particules en suspension et dont la densité est supérieure à celle de l'eau (**Apfelbaum et Romon, 2009**).
- ❖ **Désinfection** : La désinfection la plus utilisée dans le traitement des eaux est la chloration. Ce traitement a pour rôle d'éliminer les micro-organismes susceptibles de transmettre des maladies (**Apfelbaum et Romon, 2009**).
- ❖ **Adoucissement** : Selon (**Grosclaude, 1999**) les adoucisseurs d'eau enlèvent des minéraux comme les ions calcium et magnésium dans l'eau dure en les remplaçant par des ions potassium ou sodium, selon que du chlorure de potassium ou du chlorure de sodium est utilisé dans l'appareil

L'adoucissement permet de réduire les ions métalliques bivalents, tels que Ca^{+2} , Mg^{+2} , Mn^{+2} et Sr^{+2} présentant une agressivité à la canalisation, elle se fait par des adoucisseurs à résine (de sodium ou potassium) permet de réduire les ions métalliques bivalents, tels que Ca^{+2} , Mg^{+2} , Mn^{+2} et Sr^{+2} présentant une agressivité à la canalisation, elle se fait par des adoucisseurs à résine (de sodium ou potassium) (**Apfelbaum et Romon, 2009**).

- ❖ **Filtration** : le but est de clarifier l'eau en éliminant les particules solides en suspension en la faisant passer à travers un milieu poreux (filtres)

IV.2. Technologie de fabrication :

Les différentes étapes de la fabrication de jus de fruits à base de concentré (exemple jus d'orange) est illustré par la figure 01.

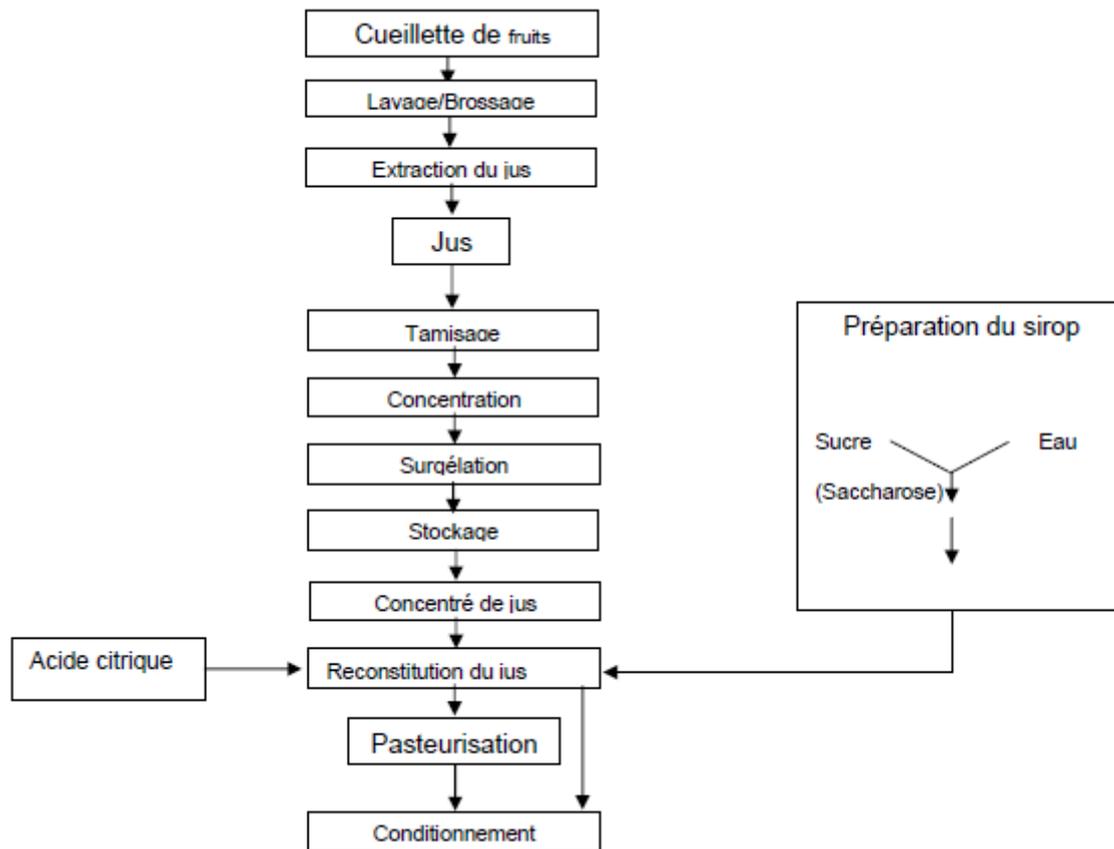


Figure N°01 : Processus de fabrication de jus d'orange à base de concentré (Simon et Martine, 2005)

IV.2.1. Préparation des boissons :

VI.2.1.1. Cueillette des fruits mûrs :

Pour garantir la qualité future des jus, plusieurs conditions doivent être réunies lors du ramassage des fruits :

- La récolte des fruits non traités doit être effectuée avec soin pour éviter toute meurtrissure du fruit qui entraînerait un pourrissement;
- Les fruits doivent être cueillis en pleine maturité, gageure incontournable pour obtenir saveur, arôme et présence des nutriments en quantité et en qualité ;
- Les usines de traitement doivent être proche des lieux de récolte afin de limiter le temps de transport et les risques de chocs (Benaïche, 2001).

IV.2.1.2. Lavage et brossage :

Les fruits sont déchargés dans un « tank de trempage » contenant une solution (poudre de savon, phosphate trisodique, carbonate de sodium ou autre composé alcalin) pour enlever la poussière, les microorganismes et autres matières étrangères. Puis les fruits sont dirigés vers une machine munie de brosses pour être rincés à l'eau claire (**VIERLING, 2008**).

IV.2.1.3. Extraction des jus

La machine presse les fruits à travers la râpeuse, constituée de cylindre rotatifs revêtu de tanières inox perforées. Ensuite, les fruits entrent par intermédiaire d'un balai dans la section d'extraction, où le fruit est pressé contre une presse intérieure perforée en inox. Le jus passe à travers un tamis afin d'éliminer les grosses particules (**Vierling, 2008**).

IV.2.1.4. Tamisage et désaération :

Dans la plupart des cas, le tamisage n'est pas une opération isolée, mais intervient en même temps que l'extraction. Les cylindres perforés des presses à vis et des extracteurs, les passoirs et les finisseurs, sont autant de tamis. L'oxygène contenu dans le jus n'agit pas uniquement sur l'acide ascorbique, mais également sur les tanins, les composants oxydables des huiles essentielles, les lipides (**Benaïche, 2001**).

La désaération permet de limiter ces modifications en éliminant l'oxygène et les gaz présents dans le jus d'orange. Elle est réalisée soit par pulvérisation, soit plus souvent par écoulement en couche mince dans une enceinte sous vide : la brève ébullition qui se produit alors chasse les gaz dissous (**Schlienger, 2011**).

IV.2.1.5. Concentration et surgélation :

La concentration consiste à éliminer environ 80% de l'eau contenue dans le jus en altérant le moins possible les substances solides et sans éliminer les arômes. Plusieurs types de procédés sont utilisés :

- **concentration thermique** : évaporation (chaleur) cryoconcentration (froid)
- **concentration mécanique** : osmose inverse et ultrafiltration (par membranes actives)

- **concentration sous vide à température réduite** : Elle s'effectue à température inférieure à 30° C : tous les principes actifs fragiles (entre autres, la vitamine C, ses agents protecteurs antioxydants et les arômes volatils) sont préservés, ce qui garantit la qualité organoleptique et nutritionnelle des jus de fruits.

La surgélation à -40° C permet de conserver le produit dans son intégralité, sans dégradation, mieux que tout autre traitement (pasteurisation, haute pression). Une fois surgelés, les jus de fruits concentrés ne subissent aucun transvasement. Jusqu'à la consommation, le jus est conservé surgelé à -18° C/-20° C, ce qui permet de garder toutes ses propriétés pendant au moins 4 ans (**Sabourin, 2005**).

IV.2.1.6. Transport du concentré congelé

Le concentré congelé peut être transporté en vrac dans des camions citernes vers des entreprises de conditionnement. Il peut également être dédié à l'export, les camions citernes déchargent dans ce cas le concentré dans des réservoirs localisés dans des ports d'échange commerciaux. Le concentré est ensuite chargé dans des bateaux et traverse les océans, jusqu'à l'entreprise de conditionnement est effectué avec des camions citerne. Le concentré peut aussi être stocké dans des fûts métalliques contenant une poche plastique de polyéthylène.

IV.2.2. Préparation du sirop :

La préparation du sirop se fait en mélangeant le sucre et l'eau dans une cuve de préparation. L'eau est remplie dans une cuve puis agitée. Afin de faciliter la dissolution, le sucre est ajouté progressivement à l'eau. Le temps d'agitation doit être au moins de 15 min au minimum pour favoriser une bonne dissolution. Pour les préparations nécessitant la pectine et l'acide citrique cette dernière doit être dosée avant le sucre ensuite la pectine est mélangée avec une quantité de sucre (**Branger, 2007**).

IV.2.3. Reconstitution du jus :

La reconstitution du jus signifie l'ajout de l'eau qu'on a ôtée au jus au moment de la concentration. L'eau à ajouter doit être soigneusement vérifiée et préparée. Elle consiste à additionner au concentré de fruits un sirop à base d'eau et de saccharose

et d'acide citrique et/ou de vitamines C et autres additifs (stabilisants) pour atténuer l'âpreté de son goût et renforcer sa valeur calorique (**Benamara et Agougou, 2003**).

IV.2.4. Pasteurisation :

Une étape indispensable de stabilisation microbiologique a lieu sur le lieu de production, celle-ci doit se faire très rapidement après l'extraction. Excepté pour une petite quantité de jus consommé frais (pas de traitement thermique), la pasteurisation est le traitement thermique qui est le plus utilisé pour la conservation des jus de fruits. Cette pasteurisation vise à tuer les micro-organismes, et à inactiver les enzymes (comme la pectine méthylestérase (PME) ou la polyphénoloxydase) pouvant altérer le produit ou le rendre impropre à la consommation humaine (**Chen et al., 1993**). Elle est effectuée selon un barème temps-température qui peut varier mais qui généralement dure de 30 à 60 secondes. On trouve :

❖ Pasteurisation après conditionnement :

Le jus est introduit froid dans le contenant, bouteille de verre ou boîte métallique. Celles-ci sont chauffées après fermeture dans un bain ou sous des douches d'eau chaude ou de vapeur (pasteuriseurs tunels), pour atteindre 75 à 85 °C à cœur puis elles sont refroidies par aspersion par l'eau froide (**Charnay et Tourmeau, 2006**).

❖ Flash pasteurisation :

La flash-pasteurisation consiste à porter très rapidement et à maintenir le jus à une température de 95 à 97 °C pendant 12 sec environ avant de le refroidir rapidement à une température de 82 à 85 °C pour être soumis au conditionnement dans son emballage définitif (**Ruth, 1992**).

Le chauffage et le refroidissement sont réalisés dans un échangeur de chaleur à plaques tubulaires dans lesquelles le jus circule en couche mince. Par la suite, des échangeurs pouvant fonctionner sous pression ont été mis au point de sorte que les températures de chauffage sont élevées jusqu'à 130 °C, avec une réduction correspondante de durée. Ainsi il est possible de pasteuriser le jus d'orange en 3 s à 107 °C (**Benaïche, 2001**).

IV.2.5. Remplissage :

Les deux procédés de conditionnement aujourd'hui utilisés chez le conditionneur après flash pasteurisation sont : le remplissage à chaud et le remplissage aseptique à froid (**Castilla et Al., 2006**).

❖ Remplissage à chaud et auto pasteurisation :

Cette méthode consiste à soumettre le jus à une flash-pasteurisation, à le refroidir immédiatement jusqu'à 82/85 °C puis à l'introduire à cette température dans les récipients ; ceux-ci sont instantanément fermés, retournés ou agités de manière que le liquide chaud vienne au contact de toute la surface du récipient et l'aseptise, puis maintenus ainsi 3 à 4 minutes avant d'être refroidis (**Norman, 2003**).

❖ Remplissage à froid :

Après la flash-pasteurisation, le jus est aussi tôt et aseptiquement refroidi jusqu'à une température de 5 à 10 °C ; les opérations de remplissage et de fermeture des récipients sont également réalisées sous asepsie (**Benaïche, 2001**).

Le remplissage septique à froid a d'abord été développé pour les emballages multicouches qui ne supportaient pas les produits chauds. Le respect des règles d'hygiène les plus strictes est nécessaire afin d'éviter une contamination poste pasteurisation (**Norman, 2003**).

IV.2.6. Contrôle de conformité :

D'après (**Guizard et al., 2005**) ce contrôle consiste à vérifier le niveau du volume, les bouchons pour les bouteilles, l'étiquetage et aussi un contrôle d'étanchéité de l'emballage (**SICK, 2009**).

Un contrôle au laboratoire grâce aux analyses microbiologiques, physicochimiques et sensorielles et parfois même nutritionnelles doivent être obligatoirement réalisées dans le cadre de l'autocontrôle avant toute libération de stocks.

IV.2.7. Stockage :

Les boissons sont stockées dans des conditions limitant toute altération microbienne, sensorielle et nutritionnelle (**Décret exécutif 91.53**), à l'abri de la

lumière, l'humidité et variations de température, la température de stockage n'excédant pas 25°C.

VI.2.8. Distribution :

Selon le **(Décret exécutif 05.485)** les conditions d'expédition doivent répondre aux conditions de conservation inscrites sur l'étiquetage des boissons.

IIV. Risques d'altérations des jus de fruits :

Différentes causes peuvent être à l'origine de modifications et altérations des jus de fruits et qui sont principalement dues à:

IIV.1. Effets des opérations de transformation :

Les opérations de transformation font appel à des procédés de traitement physique, chimique ou biologique susceptibles d'influer sur la valeur nutritionnelle des boissons aux jus de fruits, par des modifications de teneur et/ou de composition en constituants nutritionnels ou encore de biodisponibilité **(Bernard et Carlier, 1992)**.

Les traitements thermiques mis en œuvre à des fins de décontamination microbienne peuvent : stimuler les procédés d'oxydation, conduire à la dégradation d'acides aminés et éventuellement dégrader les vitamines **(Leminous, 2006)**.

IIV.2. Brunissement enzymatique :

Le brunissement enzymatique est fréquent dans les produits végétaux notamment au cours des manipulations après récolte, de la conservation et des transformations technologiques **(Romain et al., 2006)**.

On observe ce type de brunissement non seulement chez les fruits et légumes frais, mais aussi chez leurs sous-produits, comme les jus de fruits **(Gagnon et al., 1992)** Les mécanismes causant le brunissement enzymatique nécessitent la présence d'oxygène. Il s'agit donc de processus d'oxydation.

Brunissement enzymatique est dû à une oxydation, catalysée par les polyphénoloxydases, des composés phénoliques endogènes par l'oxygène moléculaire où les premiers produits de réaction sont les quinones. Les peroxydases sont également capables de catalyser la réaction, mais à un degré moindre. Les quinones se condensent ensuite rapidement pour former des polymères bruns ou noirs de haute masse moléculaire **(Rivier et al., 2009)**.

Selon **(Leszczynska, 2007)** le brunissement enzymatique généralement ne se produit pas dans le cas de jus pasteurisé.

Le brunissement enzymatique ne se produit que lorsque les tissus sont endommagés par la coupe, le tranchage ou le broyage : les vacuoles contenant les substrats phénoliques sont rompues et ces derniers sont ainsi mis en contact avec la PPO cytoplasmique. Le taux de brunissement enzymatique dépend de la quantité de PPO active dans les tissus, de la teneur en polyphénols, du pH, de la température et de la disponibilité en oxygène.

IIV.3. Brunissement non enzymatique :

Le brunissement non enzymatique regroupe un ensemble de réactions chimiques intervenant lors de la préparation ou le stockage des denrées alimentaires. Il est responsable de la formation de composés colorés bruns (désirables ou indésirables), de substances volatiles et sapides qui conditionnent la qualité sensorielle des aliments **(Romain et al., 2006)**. Cette réaction désigne un ensemble complexe de réactions résultantes d'une interaction entre les glucides (les sucres réducteurs) et les protéines (les acides aminés) **(Denis et Etienne, 2009)**.

Le brunissement non enzymatique implique une baisse de la teneur en acides aminés et destruction de protéines sous l'effet de la chaleur, la protéine ainsi dénaturée ne va plus assurer son rôle biologique **(Gelb et al., 1995)** ce qui induit à une baisse de la valeur nutritionnelle **(Gagnon et al., 1992)**.

D'après **(Belitz et al., 2001)** l'acide ascorbique est un antioxydant qui diminue la dégradation des polyphénols en supprimant le brunissement enzymatique. Par ailleurs, l'acide ascorbique accélère le processus de brunissement non enzymatique, ses produits de dégradation subissent la réaction de Maillard dans la présence d'acides aminés.

IIV.4. Mycotoxine :

Selon (**Galtier et Rozis, 2001**) de nombreuses mycotoxines qui ont été isolées dans les fruits suite au développement des moisissures pouvant ainsi se trouver dans notre alimentation.

❖ Exemple de la patuline :

La patuline est une mycotoxine produite par des champignons des genres *Aspergillus*, *Penicillium* et *Byssochlamys*, qui contaminent certains fruits ou végétaux, notamment les pommes, causant leur dégradation. Concernant les pommes, elle est produite surtout par *Penicillium expansum*, entre la récolte et le traitement des fruits sur le site industriel.

Dans le jus de pomme, la présence de patuline a été trouvée dans seulement 3 échantillons sur 30 analysés à une concentration supérieure à 10 µg/kg et dans 3 compotes de pomme à une concentration comprise entre 10 et 50 µg/kg (**Bouchet, 2005**). Depuis 1995 beaucoup de pays réglementent la patuline dans les produits à base de fruits destinés à l'alimentation humaine notamment les jus de fruits en fixant une limite de 50µg/kg(**Van Egmond et Jonker, 2004**).

IIV.5. Les allergènes :

Selon (**Moneret-Vautri Et Al., 2006**) Certains colorants utilisés dans les boissons peuvent déclencher des allergies. Des réactions à la tartrazine (E102, un colorant jaune) et au carmin (E120 ou cochenille rouge) ont été rapportées de temps à autre chez des individus sensibles et les enfants (**Malenfant, 2006**).

Les sulfites et anhydride sulfureux sont aussi classés comme substances allergènes (**Benamara et Agougou, 2003**).

IIV.6. Microorganismes :

Selon l'**arrêté interministériel du 24.01.1998** modifiant et complétant l'**arrêté interministériel du 23.07.1994** relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires (**JORA N°35, 1998**), ces produits sont sujets d'altération microbienne par : Coliformes fécaux, Anaérobies sulfite – réducteurs, Levures et moisissures.

D'après **(ALBAGNAC Et Al., 2002)** plus d'une centaine de micro-organismes ont été isolés et identifiés dans des jus de fruits et de légumes (tableau N°04)

Tableau N°04 : Principaux genres des micro-organismes identifiés dans des jus de Fruits :

| Bactéries | Levures | Moisissures |
|---------------|---------------------|--------------|
| Lactobacillus | Saccharomyces | Rhizopus |
| Leuconostoc | Candida | Mucor |
| Acetobacter | Pichia | Byssochlamus |
| Pediococcus | Kloeckera | Fusarium |
| Citrobacter | Rhodotorula | Penicilium |
| Bacillus | Schizosaccharomyces | Altemaria |
| Gluconobacter | Hansenula | Aspergillus |
| Enterobacter | Brettanomyces | Cladosprium |
| Escherichia | Cryptococcus | Geotrichum |
| | Zygosaccharomyces | |

(ALBAGNAC et al., 2002)

(Parish et Higgins, 1989) ont démontré que des souches d'*Escherichia coli* et de *salmonella sp* tolèrent les pH acides et peuvent survivre dans des jus tels que ceux de pomme ou d'orange (pH3.2 à 4) un pH inférieur à 4,5 létal pour les germes pathogènes comme *liseriamonocytogenes* ou *clostridium botulinum*.

(Jennylynd, 2006) affirme que certaines bactéries non pathogènes peuvent indiquer, par leur présence, un manque d'hygiène dans le cas de stockage dans des conditions inappropriées (humidité relative ou température trop élevées ...)

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

IIV.7. Durée de stockage des jus de fruits:

Le stockage des jus, quel que soit le mode de production est susceptible d'entraîner des dégradations spontanées telles que la diminution des teneurs en certaines vitamines qui sont les éléments les plus instables chimiquement. Elles se dégradent rapidement durant le stockage. Selon **(Vanie, 2006)** L'oxygène et lumière du jour (UV) sont les principaux facteurs responsables de la dégradation des vitamines. La température et la durée du stockage semblent être les facteurs les plus critiques favorisant la dégradation de la vitamine C **(Sizer, 1988)**. Cette réaction d'oxydation est influencée par beaucoup de facteurs ainsi que le pH de la solution finale **(Herrmann, 2001)**. Ça engendre également une diminution en polyphénols et la dégradation des macronutriments (glucides, lipides et protéines).

Selon **(Graille, 2003)** la première manifestation de la dégradation oxydative est souvent la perte de l'arôme. L'oxydation affecte aussi la couleur (bon nombre de pigments comme les caroténoïdes). En raison de leurs capacités antioxydantes les phénols sont également capables de stabiliser les caractéristiques de couleur et de goût dans le produit **(Herrmann, 2001)**.

IIV.8. Conservation des jus de fruits :

Les jus de fruits se conservent au frais et au réfrigérateur après ouverture **(Gassier et al., 2003)**. Certains jus de fruits, pasteurisés puis enrichis en vitamines C ne contiennent ni sucre, ni colorant, ni conservateur, ils doivent être conservés au frigo et consommés dans les 24 heures comme substances chimiques essentielles utilisées pour la conservation des jus on trouve l'anhydride sulfureux (antiseptique), l'acide benzoïque (agit sur les levures et spores de moisissures), l'acide ascorbique ainsi que les sels de ces substances **(Benamara et Agougou, 2003)**.

Certains traitements modernes semblent plus conservateurs que les procédés traditionnels. Les hautes pressions n'ont qu'un effet limité ; dans les jus de fruits soumis à ce traitement notamment, la vitamine C'est préservée **(Atgie et Al., 2002)**

IIV.9. Emballage et conditionnement des jus de fruits, nectars et boissons aux fruits :

Le rôle et l'importance de l'emballage dans la commercialisation, la conservation et l'utilisation des produits alimentaires transformés est évident.

La fonction de l'emballage est de protéger l'aliment de la lumière, de l'humidité et d'autres polluants qui se trouvent dans l'environnement .Le type de protection à adopter est fonction des facteurs d'altération intrinsèques des aliments (composition, activité de l'eau, pH, état physique...) et des facteurs extrinsèques (humidité ambiante, température des stockages...) responsable des risques de mauvaise conservation. L'interaction produit et emballage, devient ainsi recherchée **(Crini et al., 2009)**.

Les jus de fruits sont conditionnés dans des emballages variés : la brique, le bocal en verre, la bouteille en plastique ou la boîte.

Chapitre II : polyphénols et vitamine C

I. Généralité :

Un antioxydant est toute substance, présente à une concentration inférieure à celle du substrat oxydable, qui est capable de retarder ou de prévenir l'oxydation de ce substrat.

Les antioxydants sont des composés puissants qui peuvent neutraliser les radicaux libres impliqués dans la dégradation cellulaire, et nous aident ainsi à garder une vie active et saine. Quelques antioxydants sont fabriqués par le corps humain, d'autres tels que les vitamines et polyphénols, doivent être apportés par notre alimentation. Il couvre un large nombre de molécules et des domaines très divers comme l'alimentation, l'industrie chimique et l'industrie pharmaceutique (**Kanoun, 2011**). Parmi ces éléments, la vitamine C et les phénols totaux sont importants pour la conservation et la valeur nutritionnelle des jus de fruits.

II. Les polyphénols :

Les polyphénols constituent une famille de molécules très largement répandues dans le règne végétal. On les trouve dans les plantes, depuis les racines jusqu'aux fruits. Les polyphénols sont des métabolites secondaires, ce qui signifie qu'ils n'exercent pas de fonctions directes au niveau des activités fondamentales de l'organisme végétal, comme la croissance, ou la production (**Yusuf, 2006**).

II.1. Définition des polyphénols :

Comme définition, nous pouvons dire que les polyphénols sont des composés phénoliques hydrosolubles, de poids moléculaire compris entre 500 et 3000 Dalton, et ayant, outre les propriétés habituelles des phénols, la capacité de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et autres protéines (**Sarni-manchado et Cheynier, 2006**).

Les polyphénols regroupent un vaste ensemble de substances chimiques comprenant au moins un noyau aromatique, et un ou plusieurs groupes hydroxyles, en plus d'autres constituants (**Bamforth, 2000**). Ils peuvent aller de molécules simples, comme les acides phénoliques, à des composés hautement polymérisés, de plus de 30000 Dalton, comme les tannins (**Hagerman et al., 1998. Sarni-manchado et Cheynier, 2006**).

II.2. Classification des polyphénols :

Il existe différentes classes de polyphénols, notamment : les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins, les stilbènes, les lignanes, les saponines, les phytostérols ou bien phytostanols. Les plus importants sont: les acides phénols, les flavonoïdes et les tanins (**figure N°2**).

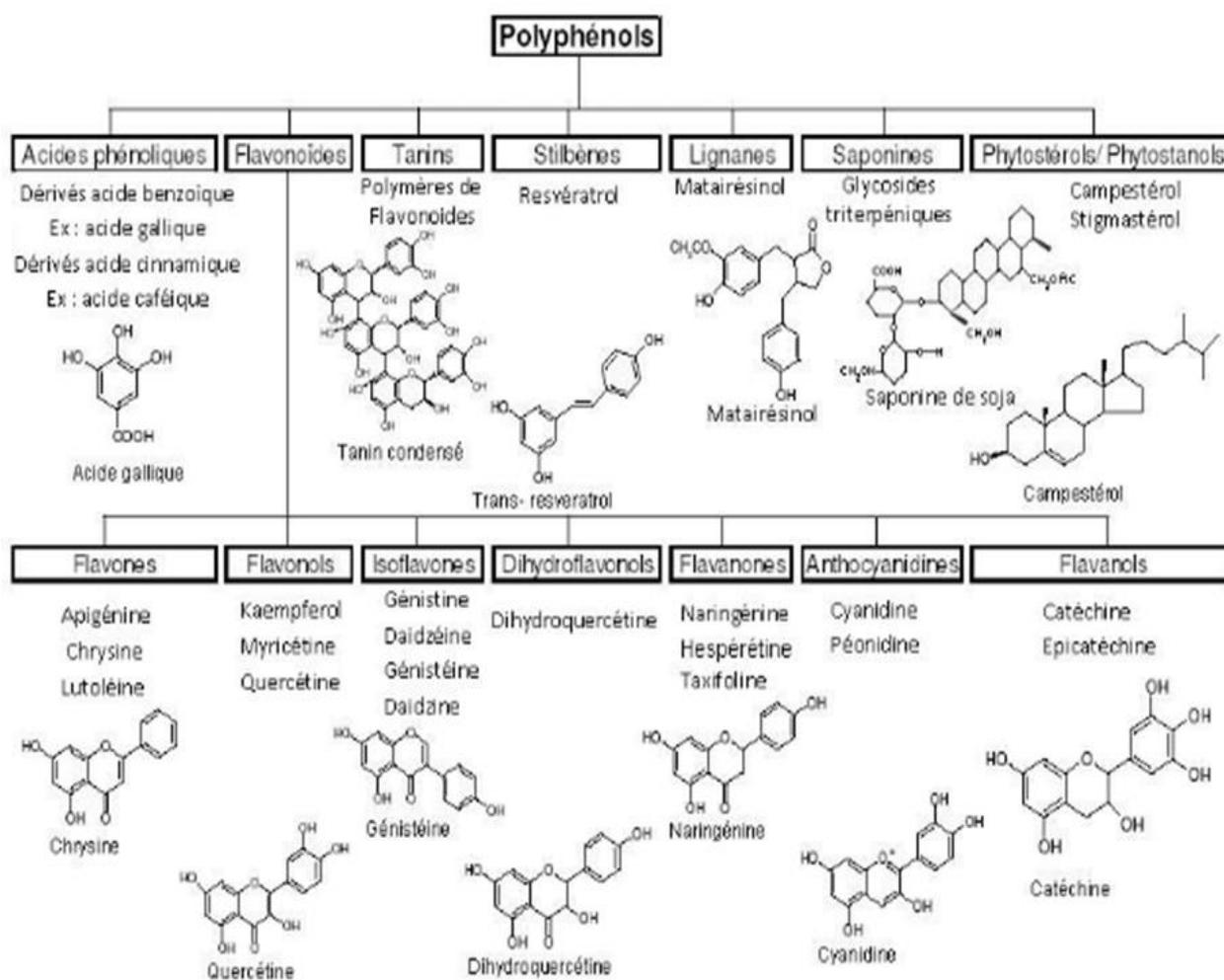
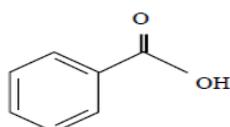


Figure N°2 : Les différentes classes des composés phénoliques

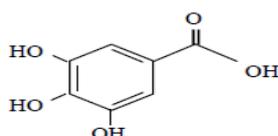
II.2.1. Les acides phénoliques :

Les acides phénols, ou acides phénoliques, ont une fonction acide et plusieurs fonctions phénols. Ils sont incolores et plutôt rares dans la nature. Ils se divisent en deux catégories :

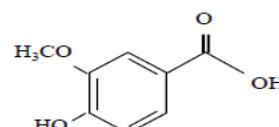
a- Les hydroxybenzoïques : les plus répandus sont l'acide salicylique et l'acide gallique,



Acide benzoïque



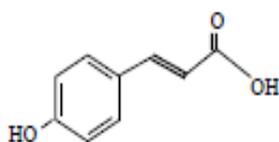
Acide gallique



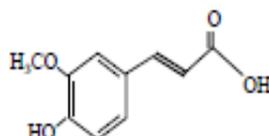
Acide vanillique

Figure N°3 : Exemple de quelques acides phénols de la série benzoïque (BRUNETON, 2009)

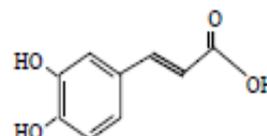
b- Les hydroxycinnamiques : dont les plus abondants sont l'acide caféique et l'acide férulique.



Acide cinnamique



Acide férulique



Acide caféique

Figure N°4: Exemple de quelques acides phénols de la série cinnamique (Bruneton, 2009. Pawlowska et al., 2006).

II.2.2. Les flavonoïdes :

Le terme flavonoïdes désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols. Certains sont des pigments quasi-universels des végétaux. Les flavonoïdes se répartissent en plusieurs classes des molécules dont les plus importants sont les flavones, les flavonols, les flavanols, les flavanones, les dihydroflavanols, les isoflavones, les isoflavanones, les chalcones,

les aurones et les anthocyanes. Ces divers composés se rencontrent à la fois sous forme libre ou sous forme de glycosides (**Nkhili, 2009**)

On les trouve, d'une manière très générale, dans toutes les plantes vasculaires, où ils peuvent être localisés dans divers organes : racines, tiges, bois, feuilles, fleurs et fruits.

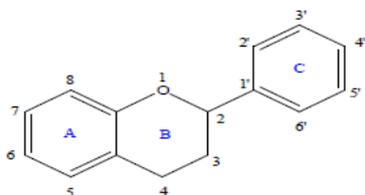


Figure N°5: structure de base des flavonoïdes

❖ **Exemple :**

Les anthocyanes :

Ce sont des pigments rouges en milieu acide, virant au bleu en milieu alcalin ; ils sont très répandus dans les fleurs et les fruits. Les anthocyanes donnent des couleurs très variées : bleu, rouge, mauve, rose ou rouge.

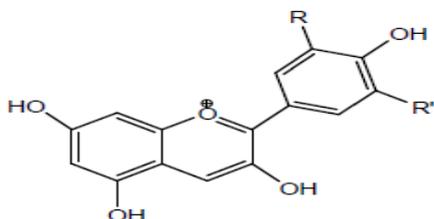


Figure N°6 : structure chimique des anthocyanes

II.2.3. Tanins :

Ils représentent un groupe hétérogène assez difficile à définir de façon rigoureuse et concise car il n'y a pas de structure chimique de base. Leurs structures chimiques sont en effet variées et rassemblées en famille en fonction d'activités communes. De ce fait, toute classification chimique des tanins est forcément arbitraire. Cependant, on se réfère souvent à une distinction entre tanins hydrolysables et tanins condensés (**Edwin, 1996**).

a) Tanins hydrolysables : ils sont constitués par une molécule de sucre (le glucose le plus souvent) estérifiée par l'acide gallique ou un de ses dérivés (acide ellagique, chébulique ou valonique) (**Sarni-manchado et Cheynier 2006**). Ils sont facilement hydrolysables par voie chimique ou enzymatique.

b) Tanins condensés: proanthocyanidines : ce sont des produits de la polymérisation de flavan-3-ols (catéchines) et flavan-3,4-diols (leucoanthocyanidines). Ils sont aussi désignés aussi sous le nom de « tanins catéchiques » et ne sont hydrolysables que dans des conditions fortement acides (**Edwin, 1996**)

II.3. Stabilité des polyphénols :

L'oxydation des polyphénols est susceptible d'intervenir :

- ❖ Par voie enzymatique (catalysée par la polyphénoloxydase dans des conditions d'aérobies ou par les peroxydases en présence de peroxyde d'hydrogène) au cours des procédés technologiques d'élaboration des aliments ou après ingestion (catabolisme oxydant).
- ❖ Par voie non enzymatique : autoxydation lors des traitements thermiques, oxydation conjointe à l'action antioxydante. Dans ce dernier cas, il s'agit typiquement de processus d'oxydation couplés à la peroxydation des lipides polyinsaturés et qui peuvent intervenir dans l'aliment ou chez l'homme après ingestion (**Nkhili, 2009**)

II.4. Propriétés biologiques des composés phénoliques :

Les polyphénols ont également un rôle dans le contrôle de la croissance et le développement des plantes en interagissant avec les diverses hormones végétales de croissance. Ils permettent aux végétaux de se défendre contre les rayons ultraviolets. Certains d'entre eux jouent le rôle de phytoalexines comme les isoflavonols permettant de lutter contre les infections causées par les champignons, ou par les bactéries.

Les polyphénols sont également utilisés dans l'industrie agro-alimentaire comme additif, colorant, arôme ou agent de conservation. (Le tableau 4) illustre les rôles attribués aux différentes classes de polyphénols (**Maamri, 2008**).

Tableau N°05 : activités biologiques de quelques composés phénoliques

| Composés phénoliques | | Activité biologique |
|----------------------|--|--|
| Acide Phénolique | Acide cafeique Acide Salicylique | Antibactérienne Antifongique, antioxydante |
| Tanins | Tanin gallique Proanthocyanidine | Effet stabilisant sur le collagène, antioxydant, antidiarrhéique , effet antiseptique , effet vasoconstricteur |
| Flavonoïdes | Lutéoline Catéchine Hespéridine Quercétine Naringénine | Antitumorale, anticarcinogène, anti -inflammatoire, antioxydante, antiallergique, antiulcéreuse, antivirale, antimicrobienne, hypotenseur diurétique. |
| Coumarines | Dicoumarol | Anticoagulant, antioxydant, protectrice vasculaire et antioedémateuse |

(Mohammedi ,2011)

II.5. Intérêts thérapeutiques des polyphénols :

La principale caractéristique des polyphénols est qu'ils sont des agents antioxydants très puissants (Oszmianski et al., 2007). En effet, ils sont capables de piéger les radicaux libres et d'activer les autres antioxydants présents dans le corps.

II.6. Radicaux libres et stress oxydant :

Un radical libre est une espèce chimique, atome ou molécule, contenant un électron non apparié. Ce déséquilibre n'est que transitoire et il est comblé soit par l'acceptation d'un autre électron soit par le transfert de cet électron libre sur une autre molécule. Ces espèces radicalaires très instables et très réactives sont produites d'une manière continue au sein de notre organisme, dans le cadre de nombreux phénomènes biologiques.

Par exemple, lors de la respiration cellulaire, l'oxygène moléculaire se transforme en diverses substances oxygénées, communément appelées radicaux libres de l'oxygène ou espèces réactives oxygénées (ReactiveOxygenSpecies : ROS)

Dans certaines situations, cette production augmente fortement, entraînant un stress oxydatif que l'on définit comme un déséquilibre entre la production et la destruction de ces espèces **(Touafek, 2010)**.

En raison de leur capacité à endommager les cellules, les tissus et les organes, les espèces réactives de l'oxygène sont impliquées dans un grand nombre de pathologies, tant aiguës que chroniques **(Meziti, 2007)**. Ces radicaux sont responsables de l'altération de l'ADN, du vieillissement cellulaire qui est à la base de certaines maladies comme l'athérosclérose, le cancer, la maladie d'Alzheimer ou la maladie de Parkinson **(Marfak, 2011)**.

II.7. Les polyphénols de quelques fruits :

II.7.1. Raisin :

Les polyphénols de raisin sont essentiellement composés de tannins et d'anthocyanes **(Vicens, 2007)**.

La consommation modérée de raisin ou de produits dérivés (contenant des polyphénols) peut conduire à une diminution de l'agrégation plaquettaire ainsi qu'à des effets vasodilatateurs des vaisseaux sanguins. Les effets physiologiques obtenus pour la consommation nutritionnelle d'extrait de polyphénols de raisin sur l'athérosclérose, le diabète ou l'hypertension montrent une prévention in vivo de ces pathologies. Les polyphénols du raisin peuvent donc jouer un rôle de nutrition préventive. **(Chira et al., 2008)**.

II.7.1.1. Vertus des phénols de raisin :

Les teneurs en catéchines et procyanidines (oligomères de catéchines) sont variables selon le type de raisin, les teneurs en ces composés sont comprises entre 243 et 1 108 mg/kg, dont plus de 89 % sont généralement localisées dans les pépins **(Revilla et al., 1997)**. Le tableau N°06 donne la répartition des familles de polyphénols en fonction des différentes parties de la baie de raisin rouge.

Tableau N°06: Teneur moyenne en composés phénoliques des différentes parties du raisin (en mg/kg)

| | Pulpe | Pellicules | Pépins |
|-----------------------|--------------|-------------------|---------------|
| Tanins | Traces | 100-500 | 1000-6000 |
| Anthocyanes | - | 500-3000 | - |
| Acides phénols | 20-170 | 50-200 | - |

Une étude de **(Keevil et al, 2000)** qui ont comparé l'activité plaquettaire in vivo chez des volontaires humains avant et après avoir bu du jus de raisin noir, du jus d'orange ou du jus de pamplemousse pendant sept à dix jours pour chaque produit. Boire du jus de raisin rouge pendant une semaine a réduit de 77 % l'agrégation plaquettaire sanguine tandis que la consommation de jus d'orange ou de jus de pamplemousse n'a eu aucun effet sur ce paramètre. Le jus de raisin rouge contenait approximativement trois fois plus de polyphénols totaux que les jus d'agrumes et était un inhibiteur plaquettaire potentiel chez le sujets humains sains. L'effet inhibiteur plaquettaire du jus de raisin grâce aux flavonoïdes qu'il contient pourrait diminuer le risque de thrombose coronaire et d'infarctus du myocarde.

En conclu que le raisin ou ses produits dérivés (quand ils contiennent des polyphénols) pourraient donc jouer un rôle de nutrition préventive lorsqu'ils sont consommés régulièrement, avec modération, et intègres à l'alimentation.

Les composés phénoliques du raisin possèdent indéniablement des propriétés thérapeutiques en particulier pour certaines pathologies chroniques comme l'athérosclérose, le diabète, l'hypertension et certains cancers. **(Al-awwadi et al., 2005).**

II.7.1.2. Grenade :

La grenade est l'un des végétaux les plus riches en antioxydants, en effet L'extrait de grenade possède de fortes capacités antioxydantes et anti-inflammatoires liées à la présence d'anthocyanes, de tanins ellagiques et de tanins hydrolysables **(Afaq et al., 2005).**

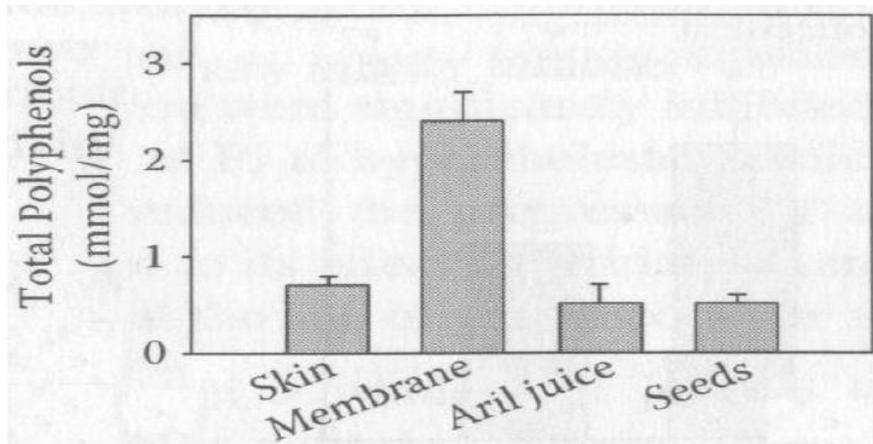


Figure N°7: concentration en anthocyanes (en mmol/mg) dans la peau(skin), membrane(membrane), jus d'arilles(aril juice) et graines (seeds) de la grenade (Seeram et al., 2006)

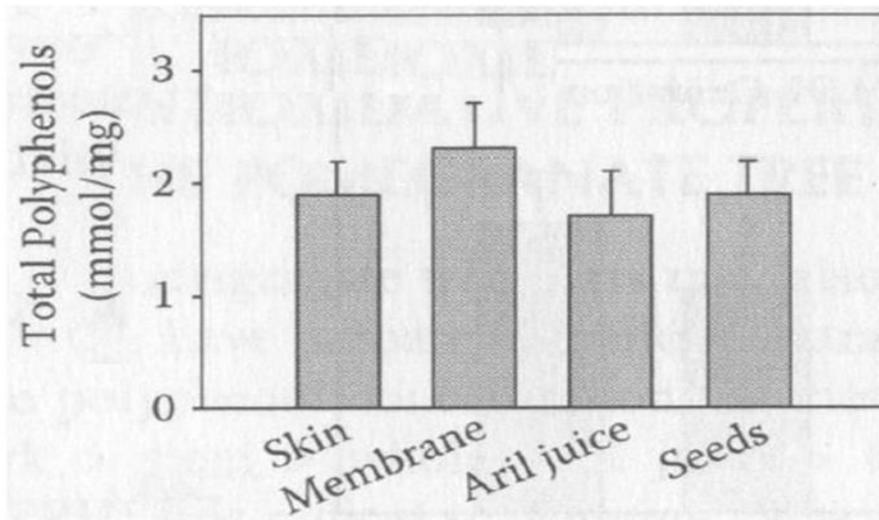


Figure N°8 :concentration en tanin (en mmol/mg) dans la peau(skin), membrane(membrane), jus d'arilles(aril juice) et graine(seeds) de la grenade (Seeram et al., 2006)

II.7.1.3. Vertus des phénols de grenades :

Une étude, menée par (Gil et al., 2000), pour évaluer le pouvoir antioxydant de différents fruits a montré que les jus de grenade du commerce ont une activité antioxydante trois fois supérieure à celle du vin rouge et du thé vert.

Cette même étude a mis en évidence le fait que l'activité antioxydante est plus élevée dans les jus du commerce élaborés à partir de fruits entiers que dans les jus expérimentaux obtenus uniquement à partir des arilles de grenade.

Des analyses par HPLC (Chromatographie Liquide Haute Performance) montrent que les jus du commerce contiennent de la punicalagine, tanin présent à hauteur de 1500-1900mg/L, alors que seules des traces de cette molécule sont décelées dans les jus mis au point en laboratoire. Le procédé industriel de fabrication du jus de grenade permet l'extraction de tanins hydrosolubles contenus dans la peau et les membranes du fruit, ce qui explique vraisemblablement la plus forte activité antioxydante des jus du commerce.

Dans une étude de **(Azadzoï et al., 2006)** basée sur l'analyse spectrophotométrique du jus de grenade, du vin rouge, du jus de myrtille, du jus de canneberge (cranberry), du jus d'orange et duthé vert, on constate que le jus de grenade possède la plus forte capacité de destruction des radicaux libres.

Le jus de grenade serait le plus efficace de ces jus de fruits pour diminuer l'oxydation des LDL et inhiber le stress oxydatif cellulaire dans les macrophages.

D'autres expériences ont été menées afin de comparer le pouvoir antioxydant du jus de grenade à celui d'autres jus de fruits. Les résultats de celle-ci sont répertoriés dans le tableau N°06 : Dans ces expériences, d'une part, la teneur en polyphénols des jus de fruits a été mesurée. D'autre part, la concentration minimale de ces différents jus, permettant d'inhiber de 50% l'oxydation des LDL, a été mesurée enfin la capacité de ces jus de fruits à éliminer les radicaux libres a également été analysée **(Aviram et Dornfeld, 2001)**.

Le tableau suivant illustre la comparaison entre le jus de grenade et le jus d'autres fruits : concentration en polyphénols et activité antioxydante

Tableau N°07 : Comparaison entre le jus de grenade et le jus d'autres fruits : concentration en polyphénols et activité antioxydante

| Jus de fruit concentré | Concentration en polyphénols (mmol/L) (1) | Concentration minimale inhibant 50% d'oxydation des LDL (µL/mL) (2) | Capacité à bloquer les radicaux libres (% de réduction) (3) |
|---------------------------|--|--|--|
| Grenade (Pomegranate) | 5,0 | 0,06 | 95 |
| Prune rouge (Red plum) | 4,5 | 0,11 | 80 |
| Grappe de raisin (Grape) | 3,3 | 0,70 | 47 |
| Canneberge (Cranberry) | 2,5 | 1,00 | 47 |
| Kiwi (Kiwi) | 2,2 | 0,33 | 70 |
| Orange (Orange) | 1,6 | 1,60 | 11 |
| Pamplemousse (Grapefruit) | 1,5 | 1,40 | 16 |
| Pomme (Apple) | 1,4 | 1,20 | 55 |
| Ananas (Pineapple) | 1,1 | 1,00 | 27 |
| Poire (Pear) | 1,1 | 7,50 | 5 |
| Pêche (Peach) | 1,0 | 2,25 | 30 |

(Seeram et al., 2006)

Les résultats de cette expérience conduisent le jus de grenade en tête des onze jus de fruits étudiés. D'une part, le jus de grenade présente la plus forte concentration en polyphénols. D'autre part, il possède le plus fort pouvoir pour inhiber l'oxydation des LDL. Enfin, il montre la plus grande capacité à bloquer les radicaux libres. Le jus de grenade, réalisé à partir de fruits entiers, semble donc être un très bon antioxydant.

II.7.1.4. Les oranges sanguines :

Caractérisées par leur chair colorée due à des pigments rouges, des anthocyanes. Ceux-ci sont sensibles aux techniques d'extraction des jus et au stockage du jus, et leur dégradation peut donner une couleur brune indésirable au produit.

II.7.1.4.1. Vertus des phénols des agrumes (orange sanguine) :

Si les effets bénéfiques sur la santé de la consommation de fruits riches en polyphénols sont connus, il est plus difficile d'attribuer un effet protecteur à un composé en particulier. Les chercheurs de l'Unité de Nutrition Humaine (UNH) de INRA de Clermont/Theix ont mis en lumière les effets propres des polyphénols majeurs du pamplemousse et de l'orange, dans la protection vasculaire. Ces résultats sont issus d'un vaste programme de recherches mené au sein de l'unité sur l'importance de polyphénols en nutrition humaine.

Des chercheurs ont entrepris une étude d'intervention nutritionnelle pour caractériser les effets sur la protection vasculaire, d'une consommation de jus d'orange et évaluer le rôle spécifique de l'hespéridine. Les résultats de cette étude clinique menée sur 24 volontaires sains, d'âge moyen et en léger surpoids, ont mis en évidence un effet positif de la consommation régulière de jus d'orange sur la pression artérielle diastolique (en baisse) ainsi que sur la fonction endothéliale, garante de la santé des vaisseaux sanguins (régulation du diamètre). Pour la première fois, les chercheurs ont démontré que l'hespéridine était largement responsable de ces effets. **(ANONYME 2)**

II.8. Impact des procédés de transformation sur les polyphénols :

De nombreuses modifications dans la teneur et la composition polyphénolique des fruits sont susceptibles d'apparaître au cours des différentes étapes de transformation.

La découpe et le broyage (étape commune à de nombreux procédés de transformation), le pressurage (uniquement jus de fruit) ou les traitements thermiques peuvent avoir des impacts significatifs sur la quantité et la qualité des composés phénoliques présents dans le produit fini.

Concernant l'impact de traitements thermiques sur la teneur et la composition en polyphénols de fruits, les données sont actuellement rares et parfois contradictoires **(Klopotek et al., 2005)** montrent que, lors de la transformation des fraises en jus, la pasteurisation à 85 °C pendant 5 min entraîne une perte de 30 % des polyphénols. Dans la fabrication du jus d'orange. **(Gil-Izquierdo et al. 2002)** révèlent qu'à l'échelle industrielle, type de pasteurisation (douce: 75 °C pendant 30

sec, dure: 95 °C pendant 30 sec) et la concentration du produit ne modifie pas la teneur en polyphénols.

(**Van der sluis et al., 2005**) étudient l'effet d'un stockage de quatre jours à 80 °C sur la stabilité des polyphénols de jus de pomme et relèvent des comportements différents selon la famille de composés: les plus sensibles à la température sont les flavonoïdes (75 % de perte moyenne selon le type de molécule). Les auteurs s'attribuent les pertes en flavonoïdes à des mécanismes d'hydrolyse acide. (**Emira et al., 2011**)

III. La vitamine C :

III.1. Définition :

La vitamine C est un micronutriment essentiel (**Buisson et al., 2007**), ayant une structure apparente à celle des glucides à six atomes de carbone, possédant une fonction 2,3 éne-diol à laquelle il doit sa propriété réductrice. (**Bourgeois, 2003**), elle est utilisée comme terme générique pour tous les composés possédants l'activité biologique de l'acide L-ascorbique.

La vitamine C ou l'acide L-ascorbique est un composé carbohydate dont il existe deux formes, lévogyre(L) et dextrogyre (D). Seule la forme lévogyre ou acide L-ascorbique est active. L'élément fonctionnel important est la fonction éne-diol qui, par oxydation, donne naissance à l'acide déhydroascorbique (**Bourgeois, 2003**).

III.2. Description physico-chimique :

La vitamine C ou acide ascorbique se présente sous forme de cristaux blancs. Soluble dans l'eau plus que dans les graisses, cet acide est réfractaire aux solvants et aux graisses.

Sa structure moléculaire est un cycle lactone associé à une fonction énolique hydroxylée C₆H₈O₆ de masse molaire 176,12 g/ mole (figures 9)

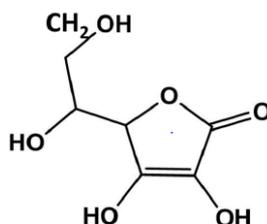


Figure N°09 : Structure chimique de la vitamine C (**BILLIAU ET AL, 2011**)

L'acide ascorbique est caractérisé par une fonction ènediol qui, par oxydation, produit de l'acide déhydroascorbique. Les deux formes, oxydée et réduite, de la vitamine C sont actives dans la mesure où l'organisme possède des réductases (notamment une déhydroascorbate réductase) qui convertissent la forme oxydée en sa forme réduite. Une oxydation plus poussée de l'acide déhydroascorbique aboutit à la formation de composés (acide déhydro-2,3-gulonique) qui ne peuvent être reconvertis en acide ascorbique, de sorte qu'ils n'ont aucune action vitaminique **(Benaïche, 2001)**

III.3. Apport nutritionnel recommandé en vitamine C :

L'apport nutritionnel conseillé (ANC) en vitamine C actuellement ne tient compte que de la fonction antiscorbutique de la vitamine C et cette fonction est assurée avec un apport de 30 mg/j, c'est l'apport « physiologique ». L'apport de 80 mg/j (ANC actuel) se contente de combler les besoins nets de l'adulte **(Benaïche, 2001)**

Le statut antioxydant de la vitamine C est impliqué dans la protection des lipoprotéines contre les agressions oxydantes, dans la réduction d'agents potentiellement cancérogènes comme les nitrosamines et les polluants, dans la protection contre l'effet du stress. À l'inverse, de faibles taux plasmatiques et leucocytaires de vitamine C ont été observés chez le sujet exposé au tabagisme, le sujet âgé en mauvais état de santé et, particulièrement, chez le sujet atteint de maladies neurodégénératives (maladies de Parkinson, d'Alzheimer).

Le tableau N°08 illustre les apports nutritionnels recommandés en vitamine C

Tableau N°08: Apports nutritionnels recommandé en vitamine C

| Age | homme | femme |
|-------------------|---------------|---|
| De 0 à 6 mois | 40 (mg/jours) | 40(mg/jours) |
| De 7 à 12mois | 50(mg/jours) | 50(mg/jours) |
| De 1 à 3ans | 15(mg/jours) | 15(mg/jours) |
| De 5 à 2ans | 25(mg/jours) | 25(mg/jours) |
| De 9 à 18ans | 45(mg/jours) | 45(mg/jours) |
| 14 à 18ans | 75(mg/jours) | 65(mg/jours) |
| 19 et plus | 90(mg/jours) | 75(mg/jours) |
| fumeurs | 125(mg/jours) | 110(mg/jours) |
| Femme enceinte | - | 80 mg (18ans et moins) 85mg (19ans et plus) |
| Femme qui allaite | - | 115 mg (18ans et moins) 120 mg (19ans et plus) |

(Rousseau, 2011)

III.4. Effet du procédé de fabrication et du stockage sur la stabilité de la vitamine C :

Il existe deux voies de dégradation de la vitamine C : la voie aérobie et la voie anaérobie qui conduisent à l'apparition de réductones, qui sont des intermédiaires dans la réaction de Maillard et participent à la formation du brunissement non-enzymatique

L'oxydation de l'acide ascorbique est favorisée par la température (**Kennedy et al., 1992**), la présence d'ions métalliques (fer et cuivre) (**Khan et Martel, 1967**), et la teneur en oxygène dissous (**Solomon et Svanberg, 1995**). Ainsi, pour la fabrication du jus à base de concentré, la qualité de l'eau utilisée (ions métalliques) est de première importance. Lors de la dilution du concentré et lors de l'ajout des fractions aromatiques, l'agitation et la vitesse de pompage doivent être soigneusement contrôlées afin de limiter l'incorporation d'oxygène dans le jus (**Sizer et al., 1988**).

(**Gil-izquierdo et al., 2002**) ont mesuré les teneurs en vitamine C (acide ascorbique et déhydroascorbique) d'un jus avant et après pasteurisation à l'échelle industrielle et n'ont pas observé de pertes après un traitement à 95°C pendant 30 s. (**Naim et al., 1997**), à l'échelle pilote, observent une dégradation d'acide L-ascorbique de 11 % après une pasteurisation à 90-92°C pendant 30s. (**Rassis et Saguy, 1995**) observent les mêmes teneurs en vitamine C avec des pasteurisations à 84, 87 et 90°C pendant 72 s. Ils s'avèrent donc que les teneurs en vitamine C sont peu affectées par le traitement de flash-pasteurisation.

En conclusion, la température et la durée du stockage semblent être les facteurs les plus critiques favorisant la dégradation de la vitamine C (**Sizer et al., 1988**).

III.5. Intérêt de la vitamine C :

III.5.1. Rôle dans les IAA :

L'acide L-ascorbique est largement acceptée comme additif dans l'alimentation humaine en raison de son antioxydant potentiel. L'industrie agroalimentaire utilise l'acide ascorbique comme antioxydant sous la référence E300. Cet antioxydant, en réagissant avec le dioxygène de l'air, empêche ainsi le dioxygène d'oxyder d'autres molécules organiques, ce qui provoquerait un rancissement (mauvais goût) ou un changement de couleur (brunissement peu appétissant). (**Hautier et Tinant, 2006**), L'addition est réalisée soit au moment du pressurage soit au moment de la préparation des produits finis (**bourgeois, 2003**).

III.5.2. Rôle thérapeutique et préventif :

La vitamine C est importante pour tous les processus de l'organisme impliqué dans un certain nombre de réactions physiologiques (**Rickman et al., 2007**).

- ✓ Rôle anti-stress : D'une manière générale, la vitamine C agit comme anti-stress et à bonne doses, permet à notre organisme de s'adapter à l'environnement et à ses brusques changements qui représentent des agressions. (**BERLINET, 2006**)
- ✓ La vitamine C est nécessaire à la synthèse des vaisseaux sanguins et des muscles. Elle favorise l'absorption du fer présent dans les aliments. Elle intervient dans plusieurs mécanismes hormonaux. Elle joue également un rôle dans l'élimination des substances toxiques (**Hautier et Tinant, 2006**).

Rousseau, 2011), et la conversion du cholestérol en acides biliaires (émulsion des graisses) (**Billiau, 2011**).

- ✓ La vitamine C réduit également le risque aurait de l'artériosclérose, les maladies cardio-vasculaires et certaines formes de cancer (**Biljana et Marija, 2009**).
- ✓ Une des principales fonctions est son effet antioxydant qui protège les cellules contre les dommages infligés par les radicaux libres et d'aider le corps à fabriquer le collagène ; une protéine essentiel à la formation du tissu conjonctif de la peau des ligaments et des os (**Rousseau, 2011**).

References bibliographiques

Afaq, F., Saleem, M., Krueger, C.G., et al. "Anthocyanin- and hydrolysable tannin-rich pomegranate fruit extract modulates MAPK and NF-kappaB pathways and inhibits skin tumorigenesis in CD-1 mice". *Int J Cancer*, 2005, 113(3):423-33p.

Al-Awwadi, N.A., Araiz, C., Bornet, A., et al. "Extracts enriched in different polyphenolic families normalize increased cardiac NADPH oxidase expression while having differential effects on insulin resistance, hypertension and cardiac hypertrophy in high fructose-fed rats". *J Agric Food Chem.* 2005, 53(1): 151-7p.

Albagnac, G., Varoquaux, P., Montigaud, J.C., "technologie de transformation des fruits", Tec & Doc Lavoisier, (2002), 312p

Anonyme 1 : guide de bon pratique d'hygiène

Anonyme 2 : www.inra.

Apfelbaum, M., Romon, M., "Manuel diététique", MASSON, (2009), 516 p.

Atgie, C., Biton, M., Depled, F., "additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires", Lavoisier, (2002), 283p.

Aviram, M., Rosenblat, M., et al. "Pomegranate juice consumption for 3 years by patients with carotid artery stenosis reduces common carotid intima-media thickness, blood pressure and LDL oxidation". *Clinical nutrition*, 2004, N°23.423-433p.

Azadzi, K., Schulman, R., et al. "Oxidative stress in arteriogenic erectile dysfunction : prophylactic role of antioxidants ". *The journal of urology*. Mars 2006. N°175.1175-1176p.

Bamforth, C.W., Perceptions of beer foam. *J. Inst. Brew.*, 2000, 106: 229-38 p

Baudot, M., Masseboeuf, N., Grimaldi, A., Sachon, C., "Le guide gourmand du diabétique de type 2", Elsevier Masson, (2005), 102 p

Barthelemy, J., Fclement, J., "Evaluation sensorielle manuel méthodologique", technique et documentation, (1998), 224p.

Belitz, H., Grosch, W., Schieberle, P., "Lehrbuch der Lebensmittelchemie Springer-Verlag", Berlin, (2001), 146p

Benamara, S., Agougou, A., "Production des jus alimentaires", office Des publications universitaires, Algerie, (2003), 123p

BENAICHE, J., "Jus d'orange concentré : extraction et conservation "technique de l'ingénieur", (2001), 1-15p

Benaiche J., "Jus d'orange concentré extraction et conservation, traité agroalimentaire ", Edition T.I., nouvelle édition, Paris,2007 ,1-15p.

Berlinet,C. "Etude de l'influence de l'emballage et de la matricesur la qualite du jus d'orange",These doctorat ENSSA.2006,09p

Bernard, A., Carlier, H., "aspects nutritionnels des constituants des aliments influences des technologies", (1992), 313p.

Billiau, L., Constant,M. . Printemps des sciences : les sciences à portée de mains, 2011,1p.

Blanc, J.P., "Diététique : que manger pour être performant ? : manuel Pratique pour le sport et votre bien-être", Amphora, (2007), 271 p.

Bouchet , P., "les champignons : mycologie fondamentale et appliquée", Elsevier Masson, (2005), 191p.

Bourgois, F."Les vitamines dans les industries agroalimentaires ",(Sciences et techniques agroalimentaires). Lavoisier, paris 2003,708p

Branger, A., Richer, M.M., Roustel, S., "Alimentation et processus technologiques", Educagri Editions, (2007), 293 p.

Briand, V., "Manger au quotidien: la vulnérabilité des familles urbainesEn Afrique", KARTHALA Editions, (2008), 259 p.

Bruneton J., "Pharmacognosie : Phytochimie, plantes médicinales ". 4e Ed. Éditionsmédicalesinternationales (Tec & Doc), Paris, 2009, 1288p.

Buisson, S., Antoine, V et all. "Carence en vitamine V en unité de soins de longue durée étude chez 159 personnes âgées : prévalence, indicateurs etsupplémentation par du jus d'orange".2007.Vol. 18, no3, pp. 115-122

Causse, C., "Les secrets de santé des antioxydants", Alpen Editions

Castilla, P., Echarri, R., Dávalos, A., Cerrato, F., Ortega, H., Teruel, J.L., Lucas, M.F., Gómez-Coronado D., "Concentrated red grape juice exerts antioxidant, hypolipidemic, and antiinflammatory effects in both hemodialysis patients and healthy subjects", Am J ClinNutr, (2006 Jul), V.84, n°1, 252-62.

Charreau, V., Étienne, N., Cachon, Z., Ingargiola, E., "À la découverte des aliments: tester, comprendre et partager les sciences de l'alimentation",Educagri Editions, (2006), 352 p.

Charnay, P., Tourmeau, J., "Le Petit Futé Guide pratique de laDégustation", Petit Futé, (2006), 287 p.

- Chen, C.S., Shaw, P.E., Parish, M.E.,** “Orange and tangerine juices“. In “Fruit Juice Processing Technology“, Nagy, S., Florida, USA: AgscienceInc, (1993),119-124.
- Chira, J., Suh, C, Saucier, P.-L. Teissédre.”** Les polyphénols du raisin”.Springer Phytothérapie (2008) 6: 75–82p.
- Claudian, J.,** “Le comportement de l'homme vis-à-vis du liquide“, Cah.Nut.Diet, Vol.5, n° 2, (1970) , 25-40p.
- Creff, A.F., Layani, D.,** “Manuel de diététique en pratique médicalecourante“, Elsevier Masson, (2004), 301 p.
- Crini, G., Badot, P.M., Guibal, E .,** “Chitine et chitosane : Du biopolymère à l'application“, Presses Univ, (2009), 308p.
- Dehaye, J.P.,William, D., Ardle, M., Frank, I.,Victor, L., Rieth, N.,** “Nutrition et performances sportives“, Boeck Université, (2004), 686p.
- Descheemaeker, K., Provoost, C.,** “L'impact de la nutrition sur la santé. Developpementsrcents“, GARANT PT, (2001), 249 p.
- Edwin Haslam.,** 1996. J. Nat. Prod ,59, 205-215
- Gagnon, J., lleblanc,D., Marcotte, M.,** “La conservation et l'emballage des aliments“, Agriculture, CANADA, (1992), 66 p.
- Gelb, M.H., Tamanoi, F., Yokoyama, K., Ghomashchi, F., Esson, K.,**
- Gould,M.N. ;** “Cancer“, Letters, (1995), 91-169p
- Galtier,P., Rozis, N.Z.,** “Danger dans l'assiette“, Quae, (2011), 184 p.
- Gassier, J., Blanchouin, A.F, Masson, E.,** “Technologies et techniques professionnelles BEP Carrières sanitaires et sociales CAP Petite enfance, Elsevier Masson, (2003), 278 p.
- Gil-Izquierdo,A., Gil M,I., Ferreres, F.”** Effect of processing techniques at industrialscale on orange juice antioxidant and beneficial health compounds. Journal of Agricultural and Food Chemistry” ,(2002), 50 (18), 5107-5114.
- Gil M., Tomas-BarberanF., et al.** “Antioxydant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. Journal of agricultural and food chemistry”. Oct. 2000. N°48.4581-4589p.
- Grosclaude, G.,** L'eau: Usages et polluants, Quae, (1999), 210 p.

Guizard, C., BELLON, V., SEVILA, F., "Vison artificielle dans les industries agroalimentaires Méthodes, techniques", copyright CEMAGREF EDITONS, (2005), 235p.

Hagerman, AE., Riedl, KM ., Jones ,GA., Sovik,KN., Ritchard,NT., Hartzfeld, PW., Richel,TL., "High molecular weight plant polyphenolics (tannins) as biological antioxidants". J. AgricFood Chem ,1998, 46: 1887-92.

Herrmann, K., "Frucht und Gemusesafte: Technologie, Chemie, Mikrobiologie, Analytik", Bedeutung, Recht, Ulmer-Verlag, Stuttgart, (2001),90p.

Hoarau, C.R., "Diététicienne nutritionniste libérale à Saint-Denis", Magazine femme, (2007), 89, p.

Jennylynd, J., "Microbial hazard identification in fresh fruit and vegetables", John Wiley and Sons, (2006), 312 p.

Jodoin, M., "Entre Fourchette Et Baguettes: "Plaisir Et Sagesse Au Menu", TraffordPublishing", (2010), 696 p.

Kanoun, K ., "Contribution à l'étude phytochimique et activité antioxydante des extraits de *Myrtus communis* L. (Rayhane) de la région de Tlemcen (Honaine) " Mémoire de Magister Université de Tlemcen, 2011, 26-29-48-49p.

Keevil, JG., Osman ,HE., Reed, JD ., Folts, JD. "Grape juice, but not orange juice or grapefruit juice, inhibits human platelet aggregation". J Nutr, 2000, 130: 53-6p

Kennedy J.F., Rivera Z.S., Lloyd L.L., Warner F.P., Jumel K.L. "Ascorbic acid stability in aseptically processed orange juice in TetraBrik cartons and the effect of oxygen". Food Chemistry, (1992), 45 (5), 327-331.

Khan M.M., Martell A.E. "Metal ion and metal chelate catalyzed oxidation of ascorbic acid by molecular oxygen". Journal of the American Chemical Society, (1967), 89, 4176-4185.

Kleiner, B., "Les secrets de vie des jus-santé ", Fernand Lanore, (2007), 158p

Leminous, A.E., "Guide pratique de l'audit à la maîtrise", ADRIA, 2006, 151p.

Leszczyńska, D., "Management de l'innovation dans l'industrie aromatique: cas des PME de la région de Grasse", L'Harmattan, (2007), 453 p.

Maamri ,S. "Etude de *pistacia atlantica* de deux régions de sud algérien : dosage des lipides, dosage des polyphénols ". Mémoire de Magister Université de BOUMERDES ,2008, 10-57p

Malenfant, N., "Routines et transitions en services éducatifs : en CPE, garderie, SGMS, prématernelle et maternelle", Presses Université Laval, (2006), 378 p.

Marfak, A. "Radiolyse gamma des flavonoides. Etude de leur réactivité avec les radicaux issus des alcools: formation des depsides ". Thèse de doctorat Université de Limoges, 2011. 6-7-27-45 p.

MEHINAGIC, E, BOURLES, E et JOURJON, F. " Ecole supérieure d'agriculture d'Angers. Composés des fruits d'intérêt nutritionnel: impact des procédés de transformation sur les polyphénols". Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture .2011, Vol 364 ol. 43 (6): 364–368p.

Meziti ,A.Activité antioxydante des extraits des graines de Nigella sativa : L'étude in vitro et in vivo. Mémoire de Magister Université de Batna, 2007, 30-35-49-67p.

Millet, G., Gallais, D., " La préparation physique: optimisation et limites de la performance sportive", Elsevier Masson, (2007), 390 p.

Mohammedi, Z. Etude du pouvoir Antimicrobien et Antioxydant des Huiles Essentielles et flavanoides de quelques plantes de la région de Tlemcen. Mémoire de Magister Université de Tlemcen. 2011, 18-50 p.

Moneret-Vautrin, D.A., Kanny, G., Morisset, M., "Les allergies alimentaires de l'enfant et de l'adulte", Elsevier Masson, (2006), 155p.

Moreddu, F., "Le conseil pédiatrique à l'officine", Pro-Officina, (2008), 236 p.

Nkhili, E., "Polyphénols de l'Alimentation : Extraction, Interactions avec les ions du Fer et du Cuivre, Oxydation et Pouvoir antioxydant ". Thèse de doctorat Université de MARRAKECH , 2009 ,10,17,21p

Norman, W. W., " Votre santé par les jus frais de légumes et de fruits ", Utovie, (2003), 127 p.

Parish, M.E., Higgins, D.P., "Yeasts and molds isolated from spoiling Citrus products and by products ". J. Food Prot, (1989). 52:261-263.

Pawlowska AM., De Leo M., Braca A. "Phenolics of Arbutus unedo L'. (Ericaceae) fruits: Identification of anthocyanins and gallic acid derivatives". J. Agric. Food Chem, 2006, 54 (26): 10234-38.

Rassis, D., Saguy I.S. "Kinetics of aseptic concentrated orange juice quality changes during commercial processing and storage". International Journal of Food Science and Technology, (1996), 30 (2), 191-198

Revilla, E., Alonso, E., Kovac, V. "The content of catechins and procyanidins in grapes and wines as affected by agroecological and technological practices. In: Watkins TR (ed) Wine: nutritional and therapeutic benefits". American Chemistry Society, Washington, DC (1997)

Rivier, M., Méot, J.M., Ferré, T., Briard, M., "le séchage des mangues", Quae ,(2009), 112p.

- Roudaut, H., Lefrancq, E.**, "Alimentation théorique", Doin, (2005), 303p.
- Rousseau, G.** "Société canadienne de recherche sur pcn", 2011 .N°221, p25.
- Ruth, R.**, Investir dans l'industrie alimentaire, OECD Publishing, (1992), 315 p.
- Sabourin, E.**, "Agricultures brésiliennes, recherches partagées: Numéro spécial Cahiers Agricultures", Quae, (2005), 189 p.
- Sarni-Manchado, P., Cheynier, V.**, "coordinatrices". Lavoisier Tec & Doc, 2006, 94p
- Seeram N., Schulman R., et al.** - Pomegranates. Ancient roots to modern medicine. Editions Taylor & Francis. 2006. 244 p.
- Sick, I.**, "Conserves traditionnelles et fermières: guide pratique de la stérilisation", Educagri, (2009), 155 p.
- Simon, D., Martine, F.**, "Conserves traditionnelles et fermières: guide pratique de la stérilisation", Educagri Editions, (2005), 157 p.
- Sizer C.E., Waugh P.L., Edstam S., Ackermann P.** Maintaining flavor quality of aseptic orange juice. Food Technology, (1988), 42 (6), 152-159p.
- Solomon O., Svanberg U.** "Effect of oxygen and fluorescent light on the quality of orange juice during storage at 8°C". Food Chemistry, (1995), 53 (4), 363-368.
- Touafek, O.** "Etude phytochimique de plantes médicinales du nord et du sud algérien". Thèse de doctorat. Université de Constantine, 2010, 9-12-76p
- Tremolieres, J., Serville, Y., Jacquot, R., Dupin, H.**, "Les aliments", ESF, (1980), 401p.
- Van der Sluis, A., Dekker, M., Van Boekel M. A. J. S.** "Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in apple juice. 3. Stability during storage". Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53, 1073-1080 p.
- Van Egmond, H.P., Jonker, M.A.**, "Réglementations relatives aux Mycotoxines dans les produits d'alimentation humaine et animale, à l'échelle mondiale en 2003", Food & Agriculture Org, (2004), 183p.
- Vanie, P.**, "Les huiles au fil du temps, Usages culinaires, Conservation, Écologie et environnement", Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels, (2006), 5 p.
- Vierling, E.**, "Aliments et boissons filières et produits", Doin, (2008), 240 p.
- Yabsley, C., Cross, A.**, "Cocktails santé: les bienfaits des jus de fruits et de légumes", Flammarion, (2002), 143 p.

Yusuf Y., Trends Food Sci. Tech.,(2006),17, 64-71p.

I. Résultats des Analyses microbiologiques :**I.1. Matières Premières :****I.1.1. L'eau de process :**

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

Les résultats des analyses microbiologiques effectuées sur l'eau de process sont représentés dans le tableau N°10 :

Tableau N°10 : Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process

| Paramètres Analyses | GAMT | | Coliformes Totaux | Coliformes Thermo- Tolérant | ASR |
|---|--------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|---------|
| | 22C | 37C | | | |
| E1 | Abs | | Abs | Abs | Abs |
| Norme (J.O.R.A N35 1998) | <20/ml | <10 ² /ml | <10/100ml | Abs/100ml | <5/20ml |

Les résultats des analyses microbiologiques de l'eau montrent l'absence totale des germes recherchés à savoir (germes anaérobies mésophiles totaux, coliformes totaux, et coliformes thermo-tolérant, streptocoque fécaux et ASR) ce qui indique que l'eau utilisée pour la préparation des trois types de boissons est de bonne qualité microbiologique et que le traitement de l'eau s'avèrent être efficace. Ces résultats sont conformes aux normes **JORA N°35 de 1998** qui préconise :

- ✓ Un nombre inférieur < 20/ml pour les GAMT à 22°C
- ✓ Un nombre < 10²/ml pour les GAMT à 37°C
- ✓ Un nombre <10/100ml pour les coliformes totaux et absence dans 100ml pour les coliformes thermo-tolérant
- ✓ Un nombre <5/20ml pour les ASR

I.1.2. Les concentrés :

Les concentrés importés de l'Espagne (OSG, CFR) et d'Italie(NR) sont susceptibles d'être une source de contamination. Les résultats des analyses microbiologiques sont représentés dans le tableau 11. Les caractéristiques limitant le développement bactérien notamment la grande teneur en matière sèche et l'acidité élevée des concentrés expliquent l'absence des germes recherchés.

Tableau N°11 : analyses microbiologiques des concentrés :

| Concentré | Coliformes à 37°C | Coliformes fécaux à 44° C | Anaérobies sulfite réducteurs à 37°C | Levures et Moisissures à 22- 25°C | Reference : |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Orange sanguine Grenade | Abs | Abs | Abs | Abs | JORA N°35 1998 |
| Nectar De Raisin | Abs | Abs | Abs | Abs | |
| Cocktail de fruits rouges | Abs | Abs | Abs | Abs | |

Les résultats microbiologiques des concentrés montrent une absence de tous les germes recherchés (Coliformes à 37°C, Coliformes fécaux à 44° C, Anaérobies sulfite réducteurs à 37°C, Levures et Moisissures à 22- 25°C) ce qui indique la bonne qualité microbiologique des concentrés importés par l'entreprise cela est conforme aux exigences du **JORA N°35 (1998)**.

I.2. Les produits finis :**I.2.1. A la production :**

Les résultats des analyses microbiologiques des produits finis sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau N°12 : Résultats des analyses microbiologiques des produits finis :

| Produits fini | Coliformes à 37°C | Coliformes fécaux à 44° C | Anaérobies sulfito réducteurs à 37°C | Levures et Moisissures à 22- 25°C | Références |
|----------------------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Orange sanguine Grenade | Abs | Abs | Abs | Abs | JORA N°35 (1998) |
| Nectar Raisin | Abs | Abs | Abs | Abs | |
| Cocktail fruits rouges | Abs | Abs | Abs | Abs | |

Les résultats des analyses microbiologiques des trois boissons (Orange Sanguine Grenade, Nectar Raisin et Cocktail Fruits Rouges) ont révélé l'absence totale des germes recherchés à savoir les (coliformes à 37°C, coliformes fécaux à 44° C, anaérobies sulfito réducteurs à 37°C , levures et moisissures à 22- 25°C) cela est conforme aux exigences du **JORA N°35 (1998)** ce qui indique la bonne qualité microbiologique des produits finis.

I.2.2. Après stockage :

Les analyses microbiologiques effectuées sur le Nectar de Raisin, les boissons Orange Sanguine Grenade et Cocktail de 7 Fruits Rouges à différentes températures de stockage (4 ; 25et 37°C) pendant 1mois ont révélé l'absence des germes prévus par **JORA N°35 (1998)** (coliformes à 37°C, coliformes fécaux à 44° C, anaérobies sulfito réducteurs à 37°, levures et moisissures à 22- 25°C). Il est à

signaler que les analyses microbiologiques ont été effectuées durant la 1^{ère} et la 4^e semaine d'incubation à température (4°C aux réfrigérateurs, 25°C à température ambiante et 37 °C dans une étuve). Les résultats des analyses microbiologiques sont représentés dans le tableau N° 13

Tableau N°13 : résultats des analyses microbiologiques des produits finis après stockage à différentes températures

| Produits fini | | Coliformes à 37°C | Coliformes fécaux à 44° C | Anaérobies sulfite réducteurs à 37°C | Levures et Moisissures à 22- 25°C | Références |
|-------------------------|---------------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|------------------|
| Orange Sanguine Grenade | 4°C 25°C 37°C | Abs | Abs | Abs | Abs | JORA N°35 (1998) |
| Nectar Raisin | 4°C 25°C 37°C | Abs | Abs | Abs | Abs | |
| Cocktail Fruits Rouges | 4°C 25°C 37°C | Abs | Abs | Abs | Abs | |

D'après les résultats obtenus, il a été constaté que les trois boissons sont conformes aux exigences du **JORA N 35 (1998)**. Elles présentent ainsi une stabilité de la qualité microbiologique même à différentes températures de stockage et ce grâce à l'application de la norme internationale de la sécurité des denrées alimentaire ISO22000 :2005 que l'entreprise adopte depuis Novembre 2010, date de certification.

II. Résultats des analyses physico-chimiques :

II.1. Matières Premières:

II.1.1. Eau de process :

Après les différents traitements que doit subir l'eau de forage pour aboutir à une eau traitée appelée l'eau de process, elle est soumise à des analyses physico-chimiques afin de vérifier l'efficacité de ces traitements. Sachant que cette eau influe directement sur la qualité organoleptique du produit fini.

Les paramètres déterminés sont : TH, pH, Cl^- .

Tableau N°14 : Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process

| Analyses Echantillons | TH | pH | Cl^- |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------|--------------------|
| E1 | 7.01 \pm 1.78 | 8.44 \pm 1.03 | 38.33 \pm 2.35 |
| Normes interne | ≤ 10 | 7-8.75 | Max 40mg/ml |

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process donnés par le tableau N°14 montrent que :

La valeur trouvée de pH de l'eau de process qui est de 8.44 \pm 1.03 est dans la fourchette (7-8,75) exigées par la norme d'entreprise.

La valeur de TH (7.01 \pm 1.78) est conforme aussi à cette la norme.

La non-conformité de TH est probablement due aux concentrations élevées en calcium et en magnésium qui se traduit par la saturation de résine échangeuse d'ions (adoucisateurs).

Pour le chlorure la valeur est dans la norme. la présence excessive de chlorure dans l'eau favorise la corrosion.

II.1.2. Résultats des analyses physico-chimiques des concentrés :

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur les bases de concentré sont résumés dans le tableau N°15.

Tableau N°15 : résultats des analyses physico-chimiques des concentrés

| Analyses Echantillons | Acidité (g/l) | Normes Internes (g/l) | Brix (°B) | Normes internes (°B) |
|-----------------------------------|---------------|-----------------------------|-----------|----------------------------|
| Concentré Orange sanguine grenade | 19.5 ±0.00 | 17.5-27.5 | 57±0.04 | 56.5-58.5 |
| Concentré 7fruits rouges | 17 ±0.08 | 12-22 | 58.7±0.00 | 57-59 |
| Concentré nectar de raisin | 15 ±0.08 | 14.5-15.5 | 66.4±0.08 | 65-68.3 |

Les résultats des analyses physico-chimiques des concentrés sont illustrés dans les figures N°19, et N°20. Les valeurs des deux paramètres contrôlés répondent parfaitement aux normes exigées par l'unité Vita-Jus.

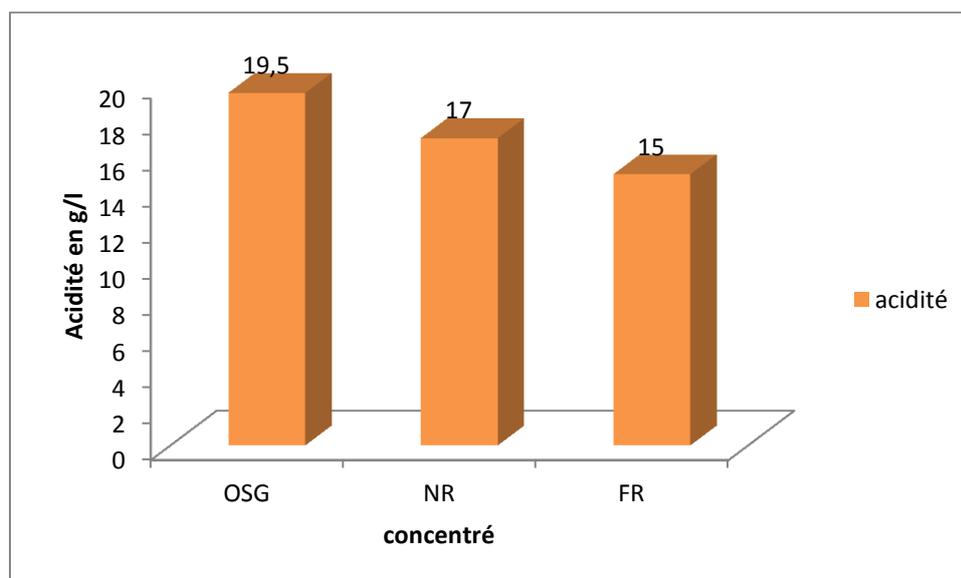


Figure N°19 : Valeurs de l'acidité des concentrés

Les valeurs de l'acidité sont de 19.5 ± 0.00 , 17 ± 0.08 et 15 ± 0.08 g/l respectivement pour l'Orange Sanguine Grenade, Nectar Raisin et Cocktail Fruits Rouges. Ces résultats sont conformes aux valeurs exigés par l'entreprise Vitajus.

Les Valeurs de degré Brix sont de $57 \pm 0.04^\circ\text{B}$ pour l'Orange Sanguine Grenade, $58.7 \pm 0.00^\circ\text{B}$ pour le Nectar Raisin et $66.4 \pm 0.08^\circ\text{B}$ pour le Cocktail de Fruits Rouges, Ces résultats répond parfaitement aux exigences de l'entreprise.

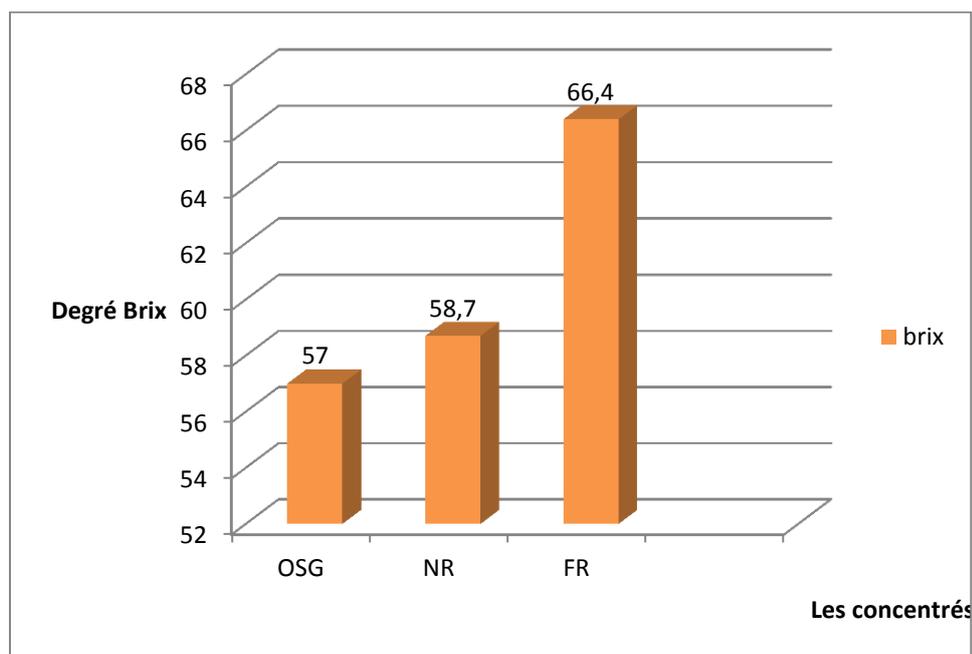


Figure N°20 : les degrés Brix des concentrés

II.2. Résultats des analyses physico-chimiques de produit fini :

II.2.1. A la production :

II.2.1.1. Jus Oranges Sanguine Grenade :

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur la boisson Orange sanguine sont représentés dans le tableau N°16 :

Tableau N° 16 : Résultats des analyses physico-chimiques de la boisson Orange Sanguine Grenade

| Echantillons | Acidité (g/l) | pH | Brix (°B) | Densité |
|-------------------------|---------------|------------|------------|--------------|
| Orange sanguine Grenade | 5.04 ±0.06 | 2.98 ±0.00 | 12.1 ±0.04 | 1.049 ±0.00 |
| Limites critiques | 4.2-5.18 | 2.9-3.60 | 11.7-12.3 | 1,045 -1.049 |

Les résultats obtenus pour les paramètres physico-chimiques mesurés sur la boisson Orange Sanguine-Grenade sont conformes aux normes exigées par l'entreprise Vitajus avec un Brix de 2.98±0.00 °B et une densité de 1.049 ±0.00, l'acidité et le pH sont respectivement de 5.04±0.06 g/l et 2.98±.00 ce qui confirme la maîtrise du procédé technologique de fabrication de jus par l'entreprise Vitajus.

II.2.1.1. Le Nectar Raisin :

Les résultats des analyses physico-chimiques de Nectar de Raisin sont représentés dans le tableau Suivant :

Tableau N°17 : Résultats des analyses physico-chimiques de Nectar Raisin

| Echantillons | Acidité (g/l) | pH | Brix (° B) | Densité |
|-------------------|---------------|------------|------------|---------------|
| Nectar Raisin | 3.36 ±0.11 | 2.68 ±0.01 | 14.7 ±0.04 | 1.057 ±0.00 |
| Limites critiques | 4.2-5.18 | 2.9-3.60 | 11.7-12.3 | 1,061 ± 0,003 |

Les résultats des paramètres physico-chimiques de Nectar de Raisin sont de 3.36±0.11 g/l pour l'acidité, 2.68 ±0.01 pour le pH, et 14.7 ±0.04°B pour le degré Brix et une densité de 1.057. Ces résultats sont conformes aux limites critiques de l'entreprise.

II.2.1.3. Le Cocktail Fruits Rouges :

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur le cocktail, de Fruits Rouges sont représentés dans le tableau qui suit :

Tableau N°18 : Résultats des analyses physico-chimiques de Cocktail Fruits Rouges

| Echantillons | Acidité (g/l) | pH | Brix (°B) | Densité |
|---------------------------|---------------|-------------|------------|---------------|
| Cocktail de Fruits Rouges | 2.1 ±0.19 | 3.19. ±0.00 | 12.1 ±0.08 | 1.046 ±0.00 |
| Limites critiques | 2-2.2 | 2.80-3.60 | 11.8-12.34 | 1,047 ± 0,003 |

Les résultats obtenus pour les paramètres physico-chimiques mesurés sur le cocktail de fruits rouges sont conformes aux normes exigées par l'entreprise Vitajus avec un degré Brix de 12.1 ±0.08 °B et une densité de 1.046 ±0.00, l'acidité et le pH sont respectivement de 2.1 ±0.00 g/l et 3.19.9±.00 ce qui confirme la bonne qualité physico-chimique du Cocktail de Fruits rouges.

Les figures N°21 et 22, illustrent les résultats des paramètres physico-chimiques des produits finis.

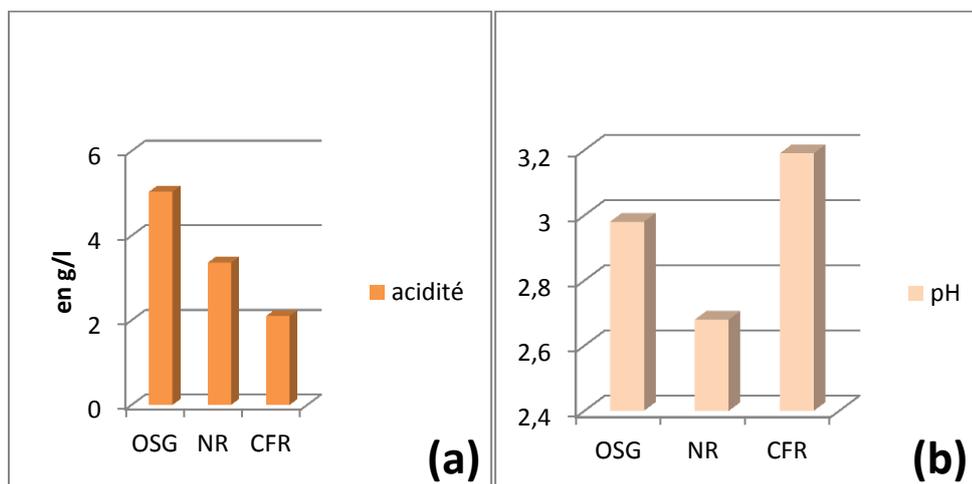


Figure N° 21 : L'acidité et le pH dans le jus.

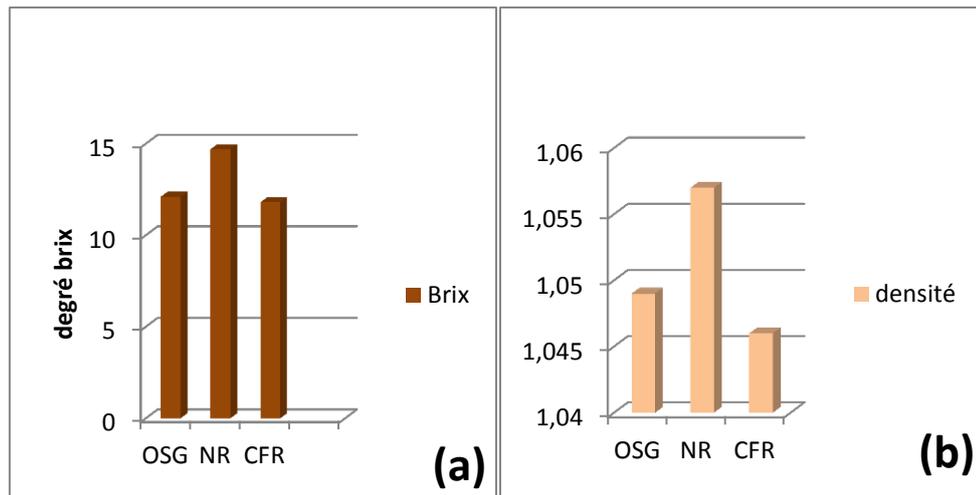


Figure N° 22 : Le degré Brix et la densité dans le jus

Les résultats des analyses physico-chimiques sur les paramètres (pH, acidité, Brix et densité) des trois boissons établis sont similaires à celles déclarées sur la fiche technique de l'entreprise Vitajus conformément à la loi **09-03** et aux dispositions du **décret exécutif du 31.01.1990**. Ces comparaisons ont révélé la conformité de tous les paramètres étudiés dans les trois boissons

II.2.2. Apres stockage :**II.2.2.1. Boissons Orange Sanguine:**

La variation du pH et du degré Brix de la boisson orange sanguine-Grenade a différentes températures pendant 1mois sont représentées dans le tableau suivant :

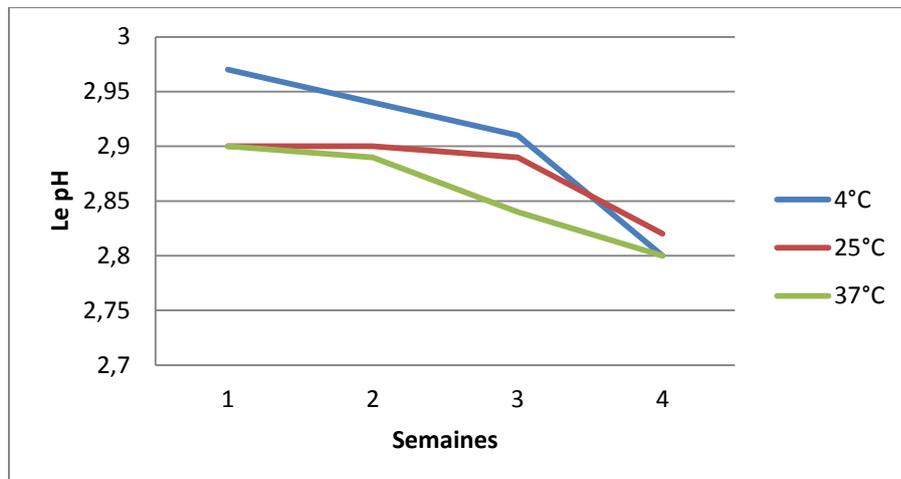
Tableau N° 19: Résultat de variation du pH et Brix après incubation à différentes température :

| Durée | Température | pH | Brix (°B) |
|------------------------|-------------|------------|-------------|
| 1ere semaine | 4°C | 2.97 ±0.00 | 12.16 ±0.04 |
| | 25°C | 2.90 ±0.00 | 12.2 ±0.00 |
| | 37°C | 2.90 ±0.00 | 12.2 ±0.04 |
| 2 ^e semaine | 4°C | 2.94 ±0.00 | 12.16 ±0.04 |
| | 25°C | 2.90 ±0.00 | 12.36 ±0.04 |
| | 37°C | 2.89 ±0.00 | 12.26 ±0.12 |
| 3 ^e semaine | 4°C | 2.91 ±0.00 | 12.33 ±0.09 |
| | 25°C | 2.89 ±0.00 | 12.40 ±0.08 |
| | 37°C | 2.84 ±0.04 | 12.40 ±0.00 |
| 4 ^e semaine | 4°C | 2.80 ±0.00 | 12.33 ±0.04 |
| | 25°C | 2.82 ±0.00 | 12.4 ±0.00 |
| | 37°C | 2.80 ±0.00 | 12.4 ±0.00 |

La valeur du pH diminue légèrement et progressivement à 4 et à 25°C, ainsi qu'elle passe de 2.97 à 2.80 après 1mois de stockage à 4°C et passe de 2.90 à 2.82 après 1mois de stockage à 25°C.

Au cours du stockage à 37°C, on a noté une diminution du pH où il passe de 2.90 à 2.80. Cette diminution du pH est due à la dégradation de la vitamine C au cours de stockage de la boisson. Ces résultats sont en accord avec les résultats de **(Hande Selen Burdurlu et al., 2006)** sur la cinétique de dégradation de la vitamine C.

La figure N°23 illustre les résultats de pH de la boisson Orange Sanguine Grenade à différentes températures (4°,25° et 37°C).



Figures N° 23 : variation du pH de la boisson Orange Sanguine-Grenade stockée à différentes températures pendant 1 mois

A partir des résultats de variation du degré Brix, on note qu'au cours du stockage à 4°C, le degré Brix reste constant avec une valeur de de 12.16 pendant les deux premières semaines puis augmente légèrement à 12.33 après la 3eme et la 4eme semaine.

A 25°C et à 37 °C, le degré Brix augmente de 12.2 à 12.4 après 4 semaines de stockage.

La figure N°24 illustre les résultats de variation du degré Brix de la boisson Orange Sanguine-Grenade a différentes températures (4°,25° et 37°C).

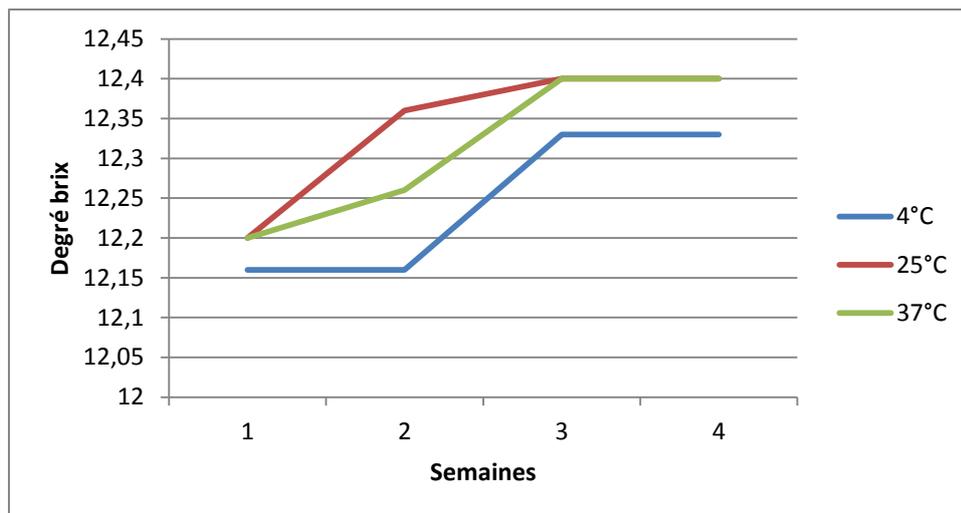


Figure N° 24 : Résultats de degré Brix de la boisson orange sanguine à différentes températures pendant 1 mois.

Les résultats statistiques ont révélés un effet significatif $P=0.01$ de la variation de degré Brix après stockage d'un mois à différentes températures (Annexe 08)

II.2.2.2. Nectar de Raisin :

La variation du pH et du degré Brix de Nectar de Raisin stocké à différentes températures pendant 1 mois sont représentées dans le tableau qui suit :

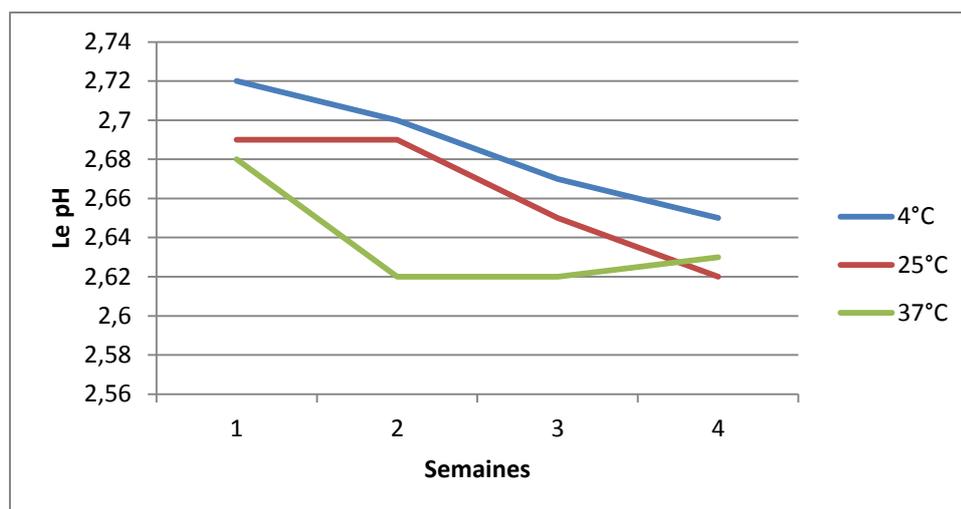
Tableau N° 20: Résultat de variation du pH et Brix après incubation à différentes températures

| Durée | Température | pH | Brix (B°) |
|--------------------------|-------------|------------|-------------|
| 1 ^{ere} semaine | 4°C | 2.72 ±0.01 | 14.90 ±0.08 |
| | 25°C | 2.69 ±0.00 | 14.73 ±0.04 |
| | 37°C | 2.68 ±0.01 | 14.96 ±0.04 |
| 2 ^e semaine | 4°C | 2.70 ±0.00 | 14.70 ±0.08 |
| | 25°C | 2.69 ±0.00 | 14.86 ±0.04 |
| | 37°C | 2.62 ±0.02 | 14.80 ±0.00 |
| 3 ^e semaine | 4°C | 2.67 ±0.00 | 14.70 ±0.00 |
| | 25°C | 2.65 ±0.00 | 14.70 ±0.00 |
| | 37°C | 2.62 ±0.00 | 14.90 ±0.08 |
| 4 ^e semaine | 4°C | 2.65 ±0.00 | 14.73 ±0.04 |
| | 25°C | 2.62 ±0.00 | 14.80 ±0.08 |
| | 37°C | 2.63 ±0.01 | 14.70 ±0.08 |

La valeur du pH diminue légèrement et progressivement à 4 °, 25° et 37°C, ainsi qu'elle passe de 2.72 à 2.65 après 1mois de stockage à 4°C, de 2.69 à 2.62 après 1mois de stockage à 25°C et de 2.68 à 2.63 après 1mois de stockage à 37°C

Cette diminution du pH est due à la dégradation de la vitamine C au cours de stockage de la boisson. Ces résultats sont en accord avec les résultats de **(Hande Selen Burdurlu et al., 2006)** sur la cinétique de dégradation de la vitamine C.

La figure N°25 illustre les résultats de variation du pH de Nectar de Raisin à différentes températures (4°,25° et 37°C).



Figures N° 25 : Variation du pH de Nectar Raisin stocké à différentes températures pendant 1 mois

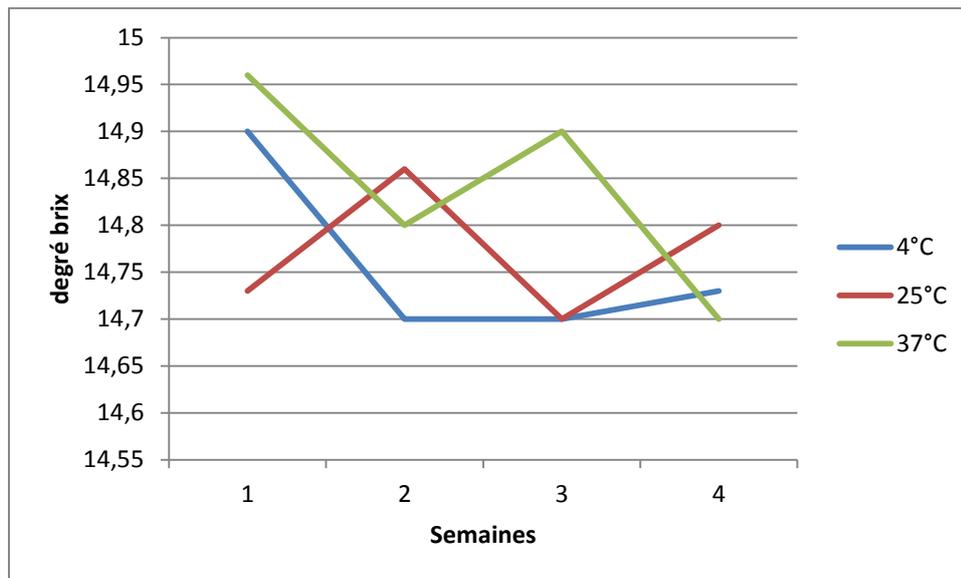
L'analyse statistique a révélé un effet très hautement significatif ($P=0.0000$) de la variation du pH de Nectar Raisin après stockage à différentes températures (4° , 25° et 37°C) pendant 4 semaine (Annexe 08).

A partir des résultats de variation du degré Brix, on note une diminution légère à 4°C ainsi que le degré Brix passe de 14.90 à 14.7°B durant la 2^e et la 3^e semaine, puis une légère augmentation de 14.7 à 14.73°B durant la 4^e semaine.

A 25°C le degré Brix augmente durant la 2eme semaine, il passe de 14.73 à 14.89 puis diminue durant la 3eme semaine jusqu'à 14.73 et augmente encore une fois durant la 4^e semaine de 14.8 à 14.8°B

A 37°C le degré Brix passe de 14.96 à 14.8°B au cours de la 2^e semaine, durant la 3^e semaine on note une légère augmentation où le degré Brix passe de 14.8 à 14.90°B puis diminue de 14.90 à 14.7 au cours de la 4eme semaine.

La figure N°26 illustre les résultats de variation du degré Brix de Nectar de Raisin à différentes températures (4° , 25° et 37°C) pendant 1 mois.



Figures N°26 : Résultats de degré Brix de Nectar Raisin à différentes températures pendant 1 mois.

L'analyse statistique a révélé un effet significatif ($P=0.02$) de la variation de degré Brix de Nectar Raisin à différentes températures de stockage (Annexe 08).

II.2.2.3. Cocktail de Fruits Rouges :

La variation du pH et du degré Brix du cocktail de 7 Fruits Rouges stocké à différentes températures pendant 1 mois sont représentées dans le tableau N°21 :

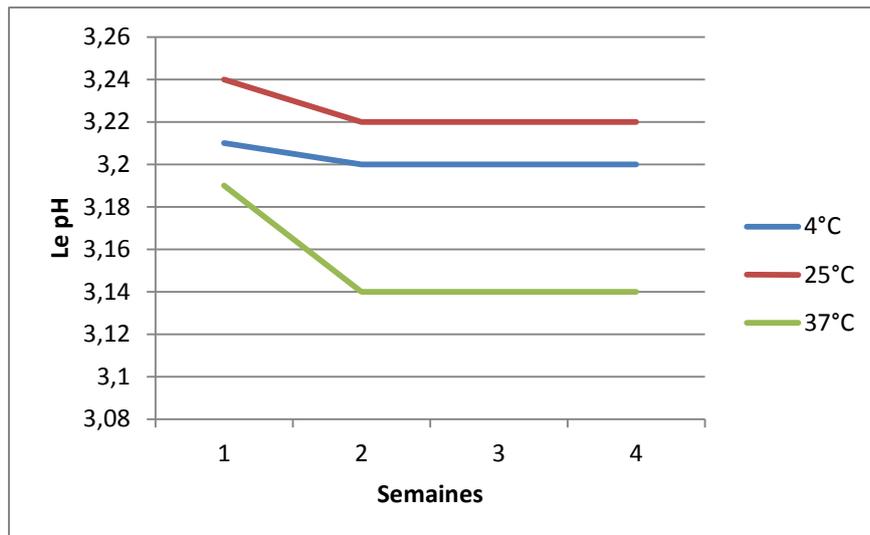
Tableau N° 21 : Résultat de variation du pH et Brix après incubation pendant 1mois à différentes température :

| Durée | Température | pH | Brix (B°) |
|------------------------|-------------|-------------|------------|
| 1ere semaine | 4°C | 3.21 ±0.009 | 12.0 ±0.08 |
| | 25°C | 3.24 ±0.00 | 12.0 ±0.00 |
| | 37°C | 3.19 ±0.008 | 12.0 ±0.00 |
| 2 ^e semaine | 4°C | 3.20 ±0.004 | 12.1±0.08 |
| | 25°C | 3.22 ±0.01 | 12.2 ±0.08 |
| | 37°C | 3.14 ±0.00 | 12.3 ±0.08 |
| 3 ^e semaine | 4°C | 3.20 ±0.009 | 12.0 ±0.00 |
| | 25°C | 3.22 ±0.01 | 12.0 ±0.00 |
| | 37°C | 3.14 ±0.008 | 12.1 ±0.00 |
| 4 ^e semaine | 4°C | 3.20 ±0.009 | 12.0 ±0.00 |
| | 25°C | 3.22 ±0.01 | 12.0 ±0.00 |
| | 37°C | 3.14 ±0.008 | 12.0 ±0.00 |

La valeur du pH diminue légèrement durant la 2^eme semaine pour les trois températures, ainsi qu'elle passe de 3.21 à 3.20 à 4°C, de 3.24 à 3.22 à 25°C et de 3.19 à 3.14 à 37°C

A partir de la 3^eme semaine, le pH reste constant dans les 3 températures avec des valeurs de 3.20 à 4°, 3.22 à 25°C et 3.14 à 37°C

La figure N°27 illustre les résultats trouvés du pH de Cocktail Fruits Rouges à différentes températures de stockage pendant 4semaine



Figures N°27 : Variation du pH de Cocktail de Fruits Rouges à différentes températures de stockage.

L'analyse statistique montre un effet très hautement significatif ($P=0.0000$) de la variation de pH de Cocktail de Fruits Rouges à différentes températures de stockage pendant 4 semaines (Annexe 08).

Concernant les résultats de variation du degré Brix, on note qu'au cours des deux premières semaines le pH augmente légèrement, ainsi qu'il passe de 12 à 12,1 à 4°C, de 12 à 12,2 à 25°C et de 12 à 12,3 à 37°C.

A partir de la 3^{ème} semaine le degré Brix reste constant dans les trois températures avec des valeurs de 12°B pour 4° et 25°C et 12,1 pour 37°C.

Les analyses statistiques montrent un effet non significatif ($P=0.06$) de la variation du degré Brix après stockage d'un mois à différentes températures (Annexe 08).

La figure 28 illustre les résultats de variation du degré Brix du Cocktail de Fruits Rouges stocké à différentes températures pendant 1 mois

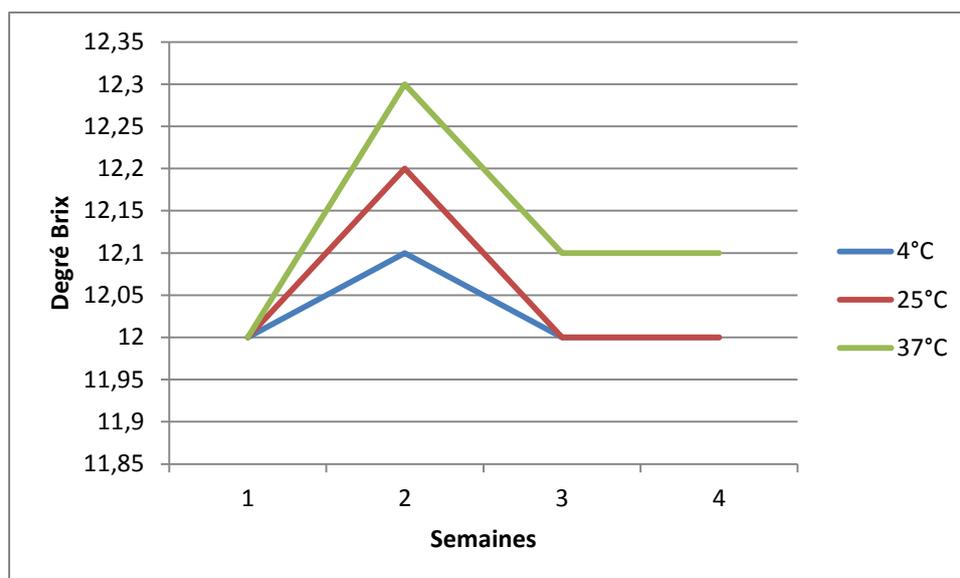


Figure N°28 : Variation du degré Brix du Cocktail de Fruits Rouges à différentes températures pendant 1 mois.

III. Résultats des analyses nutritionnelles :

III.1. Dosage de la vitamine C :

III.1.1. Au cours de la production :

La pasteurisation est le processus de traitement par la chaleur destiné à désactiver les enzymes et micro-organismes naturel. Le traitement thermique de 95°C appliquée sur les 3 boissons donne des valeurs présentées dans le tableau N°21.

Tableau N°22 : dosage de la vitamine C avant et apres du traitement thermique

| boissons | T ₀ | T ₁ | % de perte |
|----------------------------|----------------|----------------|------------|
| Orange sanguine grenade | 30.21±0.82 | 29.62±0.82 | 1.95% |
| Nectar de raisin | 28.16±0.71 | 27.86±0.41 | 1.06% |
| Cocktail fruits rouges | 27.57±1.09 | 26.98±0.82 | 2.1% |

T₀ : produits semi fini avant pasteurisation 95°C.

T₁ : produits fini après pasteurisation

La figure N°29 illustre les résultats obtenus de la détermination de la vitamine C des boissons (Orange Sanguine Grenade, Nectar Raisin et Cocktail de Fruits Rouges) aux cours de la production.

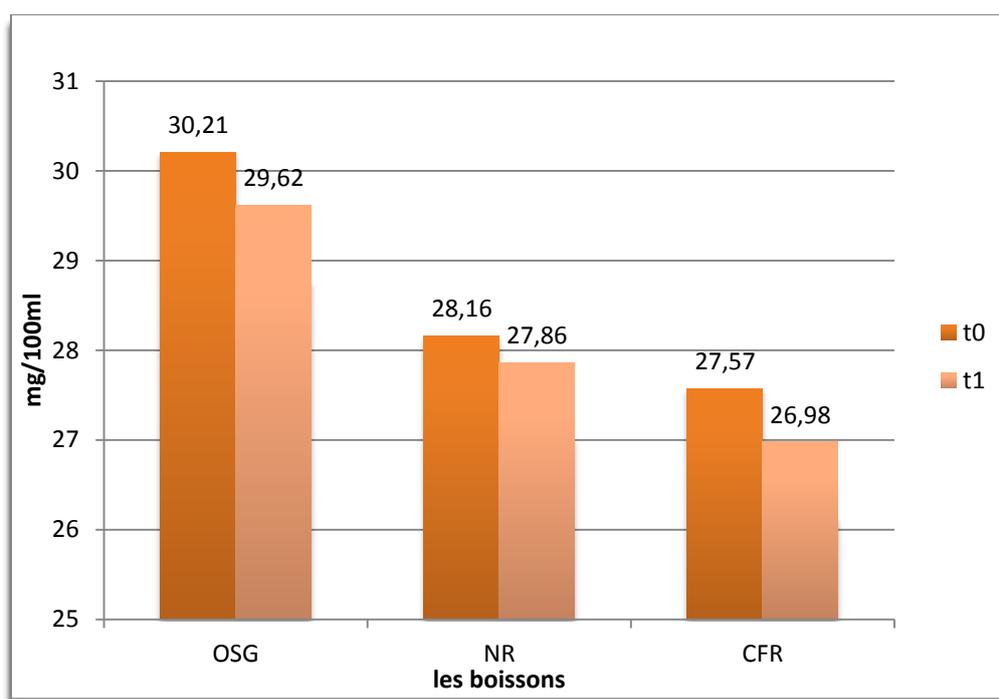


Figure N° 29 : Dosage de la Vitamine C au cours de la production des 3 boissons

La vitamine C joue un rôle très important dans la qualité des produits alimentaires. Nos résultats montrent que la teneur en vitamine C dans la boisson Orange Sanguine Grenade est de $(29,62 \pm 0,82)$ par 100ml de jus). Cette teneur reste faible par rapport au jus d'orange qui est de $(49,81 \text{ mg} / 100 \text{ ml})$, mais par rapport aux deux autres boissons étudiées, elle est plus élevée $(27,86 \pm 0,41 ; 26,98 \pm 0,82)$ par 100ml) pour le Nectar Raisin et Cocktail de Fruits Rouges respectivement.

L'apport nutritionnel recommandé en vitamine C est de 80mg/jour, une briquette de boissons de 250ml de la boisson Orange Sanguine, contient 74.05 mg de vitamine C, ce qui peut couvrir 93.12% des besoins net d'un adulte en vitamine C.

Concernant l'effet de la pasteurisation sur la teneur en vitamine C, on remarque une très faible diminution de la vitamine C dans les trois boissons dont les pertes sont de 1.95% dans la boisson Orange Sanguine-Grenade, 1.06% dans le Nectar Raisin et 2.1% dans le Cocktail Fruits Rouges.

Les analyses statistiques ont montré un effet non significatif de la variation de la teneur en vitamine C au cours du traitement thermique (95°C pendant 30seconde) pour la boisson Orange Sanguine Grenade ($P=0.522$), pour le Nectar Raisin et Cocktail de Fruits Rouges avec ($P=0.652$) et ($P=0.582$) respectivement.

Ces résultats sont accord avec l'étude de (**Gil-Izquierdo et al., 2002**). Il s'avère donc que les teneurs en vitamine C sont peu affectées par le traitement de la pasteurisation.

L'acide ascorbique est un puissant antioxydant, il joue un rôle essentiel dans de nombreux processus vitaux. En doses suffisamment fréquentes et élevées, il peut prévenir et même souvent, guérir un grand nombre de maladies, courantes ou rares, mortelles ou pas, notamment la grippe et les maladies coronariennes (**Rathm et Pauling, 1990**)

On peut dire que les trois boissons contiennent une quantité importante de la vitamine C, qui peut couvrir presque la totalité des besoins nutritionnels recommandés, le reste peut être remplacé par la présence des polyphénols qui ont aussi des propriétés antioxydantes.

III.1.2. Après vieillissement :

La conservation des trois boissons pendant 6 mois à température ambiante qui est de (25°C) a donné les résultats représentés dans le tableau qui suit :

Tableau N°23: dosage de la vitamine C aux cours du stockage à 25°C pendant 6 mois.

| Boissons | Teneur en vitamine C (mg/100ml) | | |
|-------------------------|---------------------------------|------------|-------------|
| | T1 | T2 | % de Pertes |
| Orange Sanguine Grenade | 29.62±0.82 | 23.75±1.43 | 19.81% |
| Nectar de Raisin | 27.86±0.41 | 19.53±2.30 | 29.89 % |
| Cocktail Fruits Rouges | 26.98±0.82 | 22.58±0.41 | 15.80 % |

T1 : produit fini à la production

T2 : produit fini vieilli

La figure N°30 illustre les résultats obtenus de la détermination de la teneur vitamine C des boissons (Orange sanguine Grenade, Nectar Raisin et Cocktail de Fruits Rouges) après vieillissement de 6 mois à température ambiante.

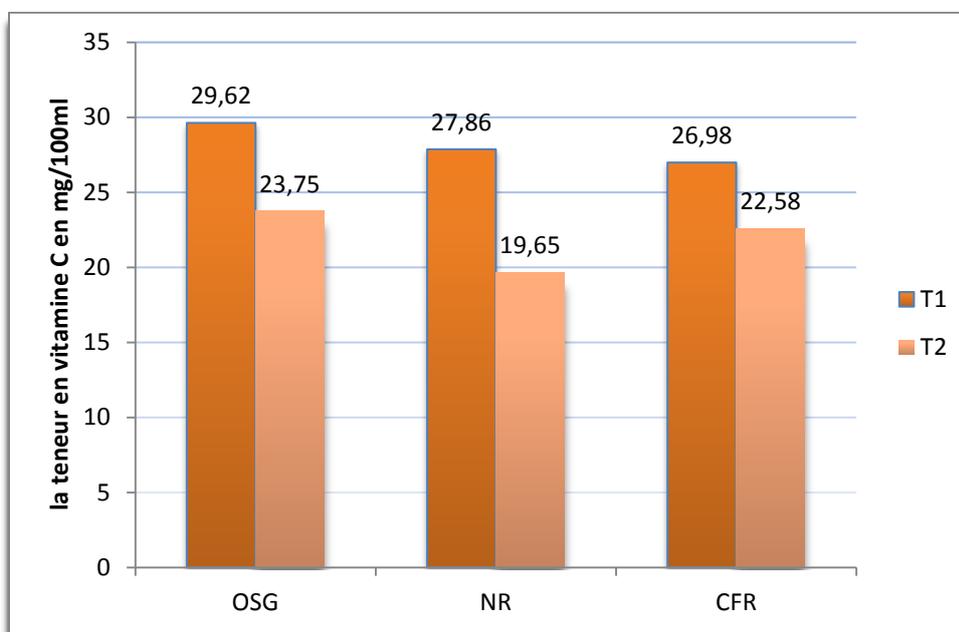


Figure N° 30: L'effet de vieillissement sur la teneur en vitamine C

La diminution de la vitamine C est remarquable dans les trois boissons, cette diminution est de l'ordre 19.81% pour la boisson Orange Sanguine Grenade, 29.89% pour le Nectar Raisin et 15.80% pour le Cocktail de Fruits Rouges.

Les résultats des analyses statistiques ont montré un effet significatif ($P=0.017$) de la variation de la vitamine C après stockage pendant 6 mois à température ambiante pour la boisson Orange Sanguine Grenade, aussi pour le Nectar Raisin ($P=0.009$) et le Cocktail de Fruits Rouges ($P=0.003$).

La durée de stockage semble être un facteur important favorisant la dégradation de la vitamine C (**Sizer et al., 1988**).

Le contenu de vitamine C dans les jus diminue pendant le stockage, selon les conditions de stockage, à savoir la température, l'oxygène et l'accès de la lumière (**Kabasakalis et al., 2000. Zerdin et al., 2003**).

Cette dégradation de la vitamine C peut être due aussi à d'autres facteurs comme le type d'emballage, la perméabilité à l'oxygène, (**Ostermann et Lawrence, 2008**). Aussi par L'oxydation accentuée par les catalyseurs : Fer, Cuivre, Zinc, la chaleur, la lumière et le pH acide (**Barthelemy et Fclement, 1998**).

La date limite de conservation prolongée qui est d'une année est l'un des principaux facteurs de dégradation de la vitamine C (**Barthelemy et Fclement, 1998**).

III.2.Teneur en phénols totaux :

III.2.1. Au cours de la production :

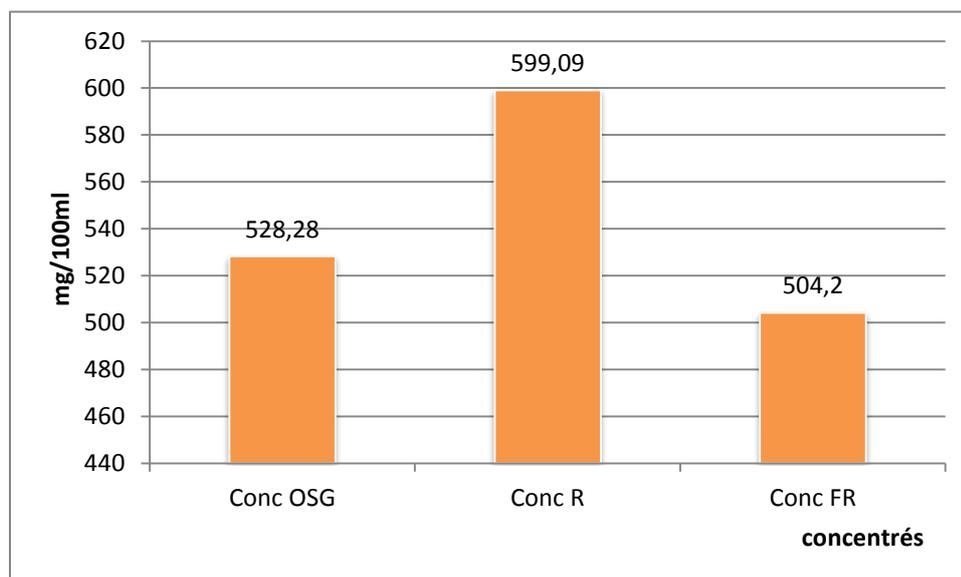
Les polyphénols totaux ont été dosés quantitativement dans les 3 boissons au cours du traitement thermique selon la méthode follin-ciocalteu.

Les résultats trouvés ont été résumés dans le tableau suivant sont exprimés en mg d'acide gallique/100ml de jus :

Tableau N°24 : teneurs en polyphénols totaux dans les concentrés, semi fini et boissons finis des boissons finis vieilles.

| Teneur en phénol totaux (mg/100ml) | | | | |
|------------------------------------|--------------|--------------|----------------|-------------------------|
| Echantillons | Concentré | Semi fini | Boissons finis | Boissons finis vieilles |
| Orange Sanguine Grenade | 526,28 ±3.07 | 68.32 ±1.79 | 18.55 ±2.43 | 15.93 ±1.09 |
| Nectar Raisin | 599,09 ±1.6 | 149.79 ±4.70 | 53.82 ±1.48 | 58.83 ±5.09 |
| Cocktail Fruits Rouges | 504,20 ±4.53 | 59.95 ±2.03 | 30.01 ±0.40 | 20.24 ±0.76 |

La quantité de polyphénols totaux dans les trois concentrés est représentée dans l'histogramme suivant :

**Figure N°31** : Teneur en polyphénols totaux dans les concentrés.

On remarque que le concentré de Raisin contient une quantité plus élevée de polyphénols totaux par rapport aux autres concentrés avec une teneur de 599.09 mg/100ml de concentré, cette richesse en polyphénols totaux pourra donc jouer un rôle de nutrition préventive contre certaines maladies, cela est dû aux propriétés thérapeutiques des composées phénoliques du raisin en particulier pour certaines

pathologies chroniques comme l'athérosclérose, le diabète, l'hypertension et certains cancers. (Al-Awwadi et al., 2005).

Le concentré Orange Sanguine Grenade et Fruits Rouges contiennent une quantité considérable de polyphénols totaux avec 526,09 et 504.2mg/100ml respectivement.

Concernant l'effet du traitement thermique sur la teneur de polyphénols totaux les résultats sont représentés sur l'histogramme suivant :

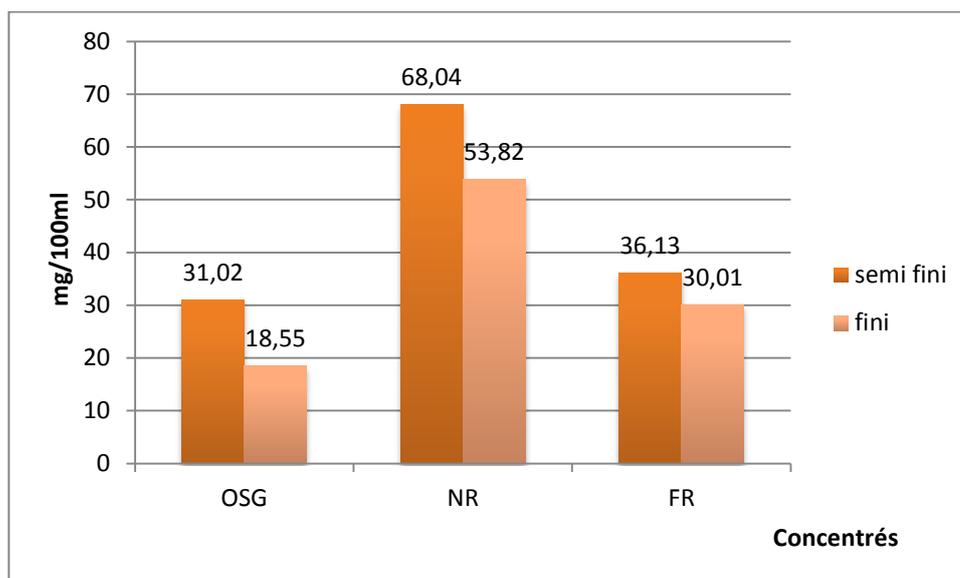


Figure N°32 : L'effet du traitement thermique sur la teneur en polyphénols totaux des boissons.

D'après les résultats obtenus, la quantité des polyphénols totaux dans les trois boissons à diminuer de façon remarquable, cette diminution est de l'ordre 40.19% dans la boisson Orange Sanguine Grenade et 20,89% dans le Nectar de Raisin, le Cocktail de Fruits Rouges perd 16% de sa teneur en polyphénols durant la pasteurisation.

Ces résultats concordent avec les résultats de (Klopotek et al., 2005) sur le jus de fraise lors de sa transformation avec une pasteurisation à 85 °C pendant 5 minutes ayant entraîné une perte de 30 % des polyphénols.

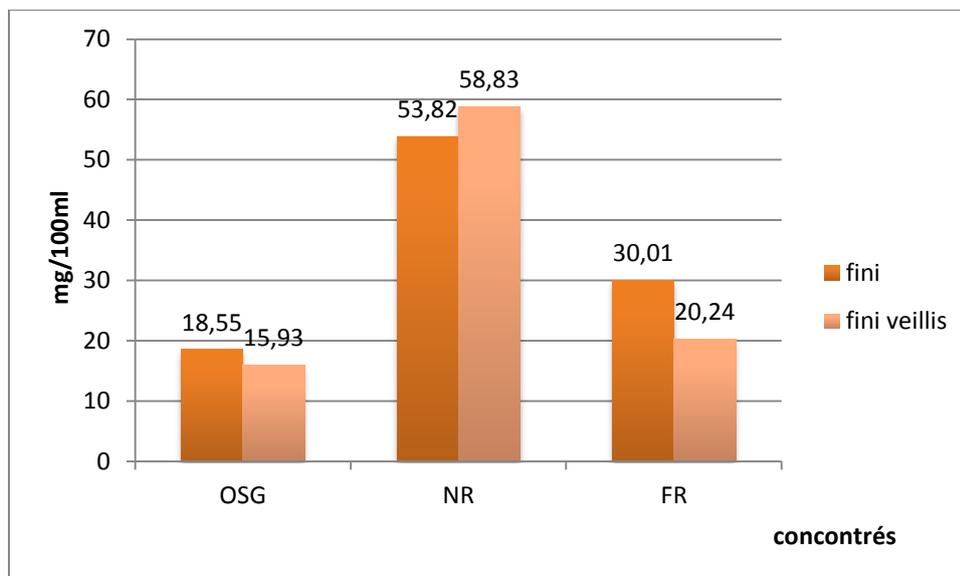
(Kirca et al., 2007) ont mentionné aussi l'effet du traitement thermique sur la dégradation des anthocyanes.

L'étude menée par **(Gil-Izquierdo et al. 2002)** a révélé cependant des résultats contradictoires, **(Gil-Izquierdo et al. 2002)** ont montré à l'échelle industrielle au cours de la fabrication de jus d'orange que les types de pasteurisation (douce: 75 °C pendant 30 sec, dure: 95 °C pendant 30 sec) et la concentration du produit ne modifient pas la teneur en polyphénols.

L'étude statistique a révélé l'effet significatif du traitement thermique sur la variation de la teneur en phénols totaux des boissons au cours leurs production (OSG : $P= 0.0034$, NR : $P=0.0024$ et CFR : $P=0.0372$).

III.2.2. Après vieillissement :

Concernant l'effet de stockage à 25°C sur la teneur en polyphénols totaux les résultats sont représentés dans l'histogramme suivant :



Figures N°33 : variation des teneurs en phénols totaux aux cours de vieillissement des boissons

Le contenu des phénols totaux à diminuer dans le Cocktail Fruits Rouges et Orange Sanguine Grenade. Les pertes sont de l'ordre 32.75% pour le Cocktail de Fruits Rouge et 14.1% pour l'Orange Sanguine Grenade. Cela signifie que la durée de stockage et la température affecte le contenu des polyphénols totaux **(Klimczak et al., 2006)**

La quantité de polyphénols totaux dans le Nectar Raisin a augmenté de 53.82 à 58.83 mg/100ml, cela est expliqué selon **(Vinson et al., 2001)** par la possibilité de formation de certains composés durant le stockage qui ont réagis avec le follin ciocalteux au cours de la détermination des polyphénols totaux .

Ces résultats ont été appuyés par une étude statistique qui révèle un effet significatif du vieillissement sur la teneur en phénols totaux avec les valeurs de P suivant (OSG : P=0.0024, NR : P=0.0044, CFR : P=0.0005).

CONCLUSION

A l'issu de notre étude, on conclut que les trois boissons étudiées à savoir (Nectar Raisin, Cocktail de Fruits Rouges et Orange Sanguine Grenade) sont de qualité satisfaisante de point de vue physico-chimique et microbiologique avec une stabilité au cours de leur stockage 1 mois à différentes températures (4°, 25° et 37°C).

Deux analyses nutritionnelles ont été faites (Vitamine C et polyphénols totaux) et ont montré que le Nectar Raisin contient une quantité plus élevée en composés phénoliques (53.82mg/100ml) par rapport au cocktail de Fruits Rouges (30.01mg/100ml) et Orange Sanguine Grenade (18.55mg/100ml).

Concernant l'impact de traitement thermique sur la teneur en vitamine C et des composés phénoliques, les résultats montrent que les composés phénoliques sont très affectés par le traitement thermique appliqué (pasteurisation 95°C pendant 30), des pertes de l'ordre (38,20%, 20,89% et 49,94%) pour la boisson Orange Sanguine Grenade, Nectar de Raisin et Cocktail de Fruits Rouges respectivement contrairement à la vitamine C qui est peu affectée par le traitement thermique avec des pourcentages de perte de 1.95% pour OSG, 1.06% pour le NR et 2.1% pour le CFR.

Le vieillissement des boissons étudiées de point de vue nutritionnel (vit C et composés phénolique) influence sur leurs teneurs initiales en perdant jusqu'à 19.81%, 29.89% et 15.8 % de la teneur en vitamine C pour OSG, NR et CFR respectivement et 14.12% pour l'Orange Sanguine Grenade, 32.55% pour Cocktail de Fruits rouges de la teneur phénols totaux.

Ainsi le traitement thermique appliqué par l'entreprise et le vieillissement de ses produits ont un impact sur la qualité nutritionnelle des boissons étudiées.

En guise de perspectives :

- il serait intéressant de suivre d'autres facteurs nutritionnels spécifiques aux fruits tels que : la vitamine A et la vitamine E au cours de la fabrication des boissons fruits.

- d'optimiser les conditions expérimentales afin d'avoir le minimum de pertes en facteurs nutritionnels,

- de faire une étude comparative des types d'emballage de boissons fruitées et leurs influences sur la qualité nutritionnelle.

- et d'élargir ces études sur d'autres fruits et légumes utilisés dans la fabrication des boissons.

ANNEXES

ANNEXE 1 :

Test d'étanchéité de l'emballage :

Il s'agit d'un contrôle physique effectué sur trois parties de l'emballage qui sont des points critiques pour l'étanchéité de ce dernier. Les parties contrôlées sont : la soudure transversale, la soudure longitudinale et le fond et le sommet de l'emballage. Le mode opératoire de chaque paramètre est détaillé selon (Fiche technique TETRAPACK)

Les parties contrôlées sont : la soudure transversale ; la soudure longitudinale ; le fond et le sommet de l'emballage.

a/ test d'étanchéité de la soudure transversale :

commencer par prélever à la sortie de la machine de remplissage, trois boîtes ainsi remplies, vider les deux emballages, couper l'emballage à 25mm de la soudure transversale pour pouvoir saisir la découpe avec la pince, couper ensuite les deux extrémités de la soudure transversale sur une largeur maximum d'un millimètre, rincer et sécher les découpes, on dispose maintenant de six découpes provenant des trois boîtes prélevées. Un bon éclairage sera essentiel, lorsque l'on utilise la pince placer les bords de la découpe sous les griffes et serrer les poignées pour commencer l'extension, ouvrir lentement la soudure en écartant doucement les bords, observer de quelle façon la soudure se sépare, et le polyéthylène s'étire. En opérant lentement, le contrôle est plus facile, les six découpes doivent être contrôlées par extension de la soudure sur toute sa longueur, observer soigneusement les extrémités et le croisement avec la soudure longitudinale (soudure transversale et soudure longitudinale).

b/ Test d'étanchéité de la soudure longitudinale :

les boîtes ainsi prélevées à la sortie de la machine de remplissage, sont vidées et séchées ; couper les deux soudures transversales (supérieure et inférieure) ; couper l'un des côtés de la boîte ; mise à plat de l'emballage ; injecter à l'aide d'une seringue l'encre (la fuchsine) au milieu de la soudure longitudinale ; observer la direction d'écoulement de la fuchsine ; une bonne soudure correspond à l'absence des déviations de la fuchsine de part et d'autre de la soudure longitudinale.

c/ Contrôle du fond et du sommet de l'emballage :

Couper l'emballage par le milieu ; Il doit être vide, sec et plié en deux barquettes, Vider rincer et sécher les barquettes ; Mettre dans les deux barquettes suffisamment d'encre (la fuchsine) pour recouvrir les fonds (2 à 5 ml). Laisser en contact 5 minutes ; Etre sûr que les échange

ANNEXES

est parfait avant de déplier les cornes ; Observer l'extérieur de l'emballage, si une tache apparaît, l'emballage est considéré comme « fuyard ».

ANNEXE 2 :

Matériels :

1. Matériel utilisée dans les analyses microbiologiques :

1.1. Verrerie et appareillage :

- ✓ Bain marie
- ✓ Etuves
- ✓ Bec bunsen
- ✓ Pipettes pasteur (1ml, 10ml)
- ✓ Pipettes graduées
- ✓ Tube essais stérile
- ✓ Boite de pétri
- ✓ Flacons stériles (250ml)

1.2. Milieux de culture :

- ✓ Bouillon Lactose au Pourpre Bromo Crésol(BCPL)
- ✓ Bouillon Lactose au Vert Brillant avec cloche de Durham (VBL)
- ✓ Gélose Tryptone Gélose à L'extrait de levure (TGEA)
- ✓ BOUILLON TRYPTONE SEL EAU (TSE)
- ✓ Gélose Viande Foie (VF)
- ✓ Milieu Schubert
- ✓ Eau peptonée (exemple l'indole)

1.3. Réactifs :

- ✓ Alun de fer
- ✓ Sulfite de sodium

2. Matériel utilisé dans les analyses physicochimiques :

2.1. Verrerie :

- ✓ pH mètre
- ✓ Densimètre
- ✓ Réfractomètre

ANNEXES

- ✓ Balance électrique
- ✓ Becher
- ✓ Erlenmeyer
- ✓ Burettes
- ✓ Éprouvettes graduées (50ml)

2.2. Réactifs :

- ✓ Phénophtaléine
- ✓ Hydroxide de sodium (NaOH 1N)
- ✓ Noir d'Erichrome
- ✓ Solution tampon ammoniacale (pH=10)
- ✓ Nitrate d'argent (AgNO_3 , 0.03N)
- ✓ Chromate de potassium (K_2Cr_4 à 10%)

3. Matériel utilisé dans les analyses nutritionnelles :

3.1. Verrerie et appareillage

- ✓ Bain marie 50°C
- ✓ Spectrophotomètre UV Visible à 760 nm
- ✓ Tube à essai
- ✓ Papier filtre
- ✓ Papier aluminium
- ✓ Pipettes jaugées
- ✓ Burettes graduées
- ✓ Erlenmeyer
- ✓ Agitateur
- ✓ Baro magnétique

3.2. Réactifs :

- ✓ Follin-ciocalteu
- ✓ Solution saturée de carbonate de sodium Na_2CO_3 à (75 g/l)
- ✓ Acide gallique
- ✓ Empois d'amidon
- ✓ Solution diiode

ANNEXES

ANNEXE 3 :

Préparation des milieux de culture :

| milieux | compositions |
|--|--|
| BCPL (bouillon lactose au poupre Bromo Crésol) | Peptone.....5g Extrait de viande3g Lactose.....10g Poupre de Bromocrésol.....25g PH.....7 |
| VBL | Peptone.....10g Lactose.....10g Bile de bœuf déshydratée.....20g Vert brillant0.013g Eau distillée..... 1000ml |
| GELOSE LACTOSEE TRYPTONEE À L'EXTRAIT DE LEVURE (TGEA) | Peptone de caséine.....5g Extrait de viande.....3g Extrait de levure.....1g Glucose.....1g Agar.....18g Eau distillée.....1000ml PH.....7 |
| BOUILLON TRYPTONE SEL EAU (TSE) | Tryptone.....1g Chlorure de sodium.....8g Eau distillée.....1000ml pH.....7 |
| VIANDE FOIE (VF) | Base viande foie.....30g D glucose.....2g Amidon.....2g Agar.....20g Eau distillée.....1000ml pH.....7,6 |
| Schubert | Peptone10g Tryptophane..... 0,2g Acide glutamique..... 0,2g Sulfate de magnésium0,7g Sulfate d'ammonium0,4g Citrates de sodium..... 0,5g Chlorure de sodium2g Mannitol.....7,5g Phosphate disodique.....4g Phosphate monopotassique0,6g pH7,4 ±0.2 |

ANNEXES

ANNEXE 4 : table NPP

| Nombre des tubes donnant une réaction positive sur | | | NPP dans 100ml |
|--|------------------|----------------|----------------|
| 1 flacon de 50ml | 5 tubes de 10 ml | 5 tubes de 1ml | |
| 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 2 | 2 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 2 |
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 0 | 2 | 0 | 2 |
| 0 | 2 | 1 | 3 |
| 0 | 2 | 2 | 4 |
| 0 | 3 | 0 | 3 |
| 0 | 3 | 1 | 5 |
| 0 | 4 | 0 | 5 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 3 |
| 1 | 0 | 2 | 4 |
| 1 | 0 | 3 | 6 |
| 1 | 1 | 0 | 3 |
| 1 | 1 | 1 | 5 |
| 1 | 1 | 2 | 7 |
| 1 | 1 | 3 | 9 |
| 1 | 2 | 0 | 5 |
| 1 | 2 | 1 | 7 |
| 1 | 2 | 2 | 10 |
| 1 | 2 | 3 | 12 |
| 1 | 3 | 0 | 8 |
| 1 | 3 | 1 | 11 |
| 1 | 3 | 2 | 14 |
| 1 | 3 | 3 | 18 |
| 1 | 3 | 4 | 21 |
| 1 | 4 | 0 | 13 |
| 1 | 4 | 1 | 17 |
| 1 | 4 | 2 | 22 |
| 1 | 4 | 3 | 28 |
| 1 | 4 | 4 | 35 |
| 1 | 4 | 5 | 43 |
| 1 | 5 | 0 | 24 |
| 1 | 5 | 1 | 35 |
| 1 | 5 | 2 | 54 |
| 1 | 5 | 3 | 92 |
| 1 | 5 | 4 | 161 |

ANNEXES

ANNEXE5 : table Mac Grady

| Nombre caractéristique | Nombre de micro-organismes |
|------------------------|----------------------------|
| 000 | 0,0 |
| 001 | 0,3 |
| 010 | 0,3 |
| 011 | 0,6 |
| 020 | 0,6 |
| 100 | 0,4 |
| 101 | 0,7 |
| 102 | 1,1 |
| 110 | 0,7 |
| 111 | 1,1 |
| 120 | 1,1 |
| 121 | 1,5 |
| 130 | 1,6 |
| 200 | 0,9 |
| 201 | 1,4 |
| 202 | 2,0 |
| 210 | 1,5 |
| 211 | 2,0 |
| 212 | 3,0 |
| 220 | 2,0 |
| 221 | 3,0 |
| 222 | 3,5 |
| 223 | 4,0 |
| 230 | 3,0 |
| 231 | 3,5 |
| 232 | 4,0 |
| 300 | 2,5 |
| 301 | 4,0 |
| 302 | 6,5 |
| 310 | 4,5 |
| 311 | 7,5 |
| 312 | 11,5 |
| 313 | 16,5 |
| 320 | 9,5 |
| 321 | 15,0 |
| 322 | 20,0 |
| 323 | 30,0 |
| 330 | 25,0 |
| 331 | 45,0 |
| 332 | 110,0 |
| 333 | 140,0 |

ANNEXES

ANNEXE 6 :

1. Calcule des volumes pour les concertations :

| | | | | | | | | | |
|---------------|-------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| concentration | 25 | 40 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 1000 |
| Volume | 187.5 | 150 | 375 | 750 | 1500 | 2250 | 3000 | 3750 | 7500 |

Example:

$$C1.V1=C2.V2$$

$$2\text{mg/ml}.V1=25.15$$

$$V1=25.15/2=187.5$$

2. Courbe d'étalonnage :

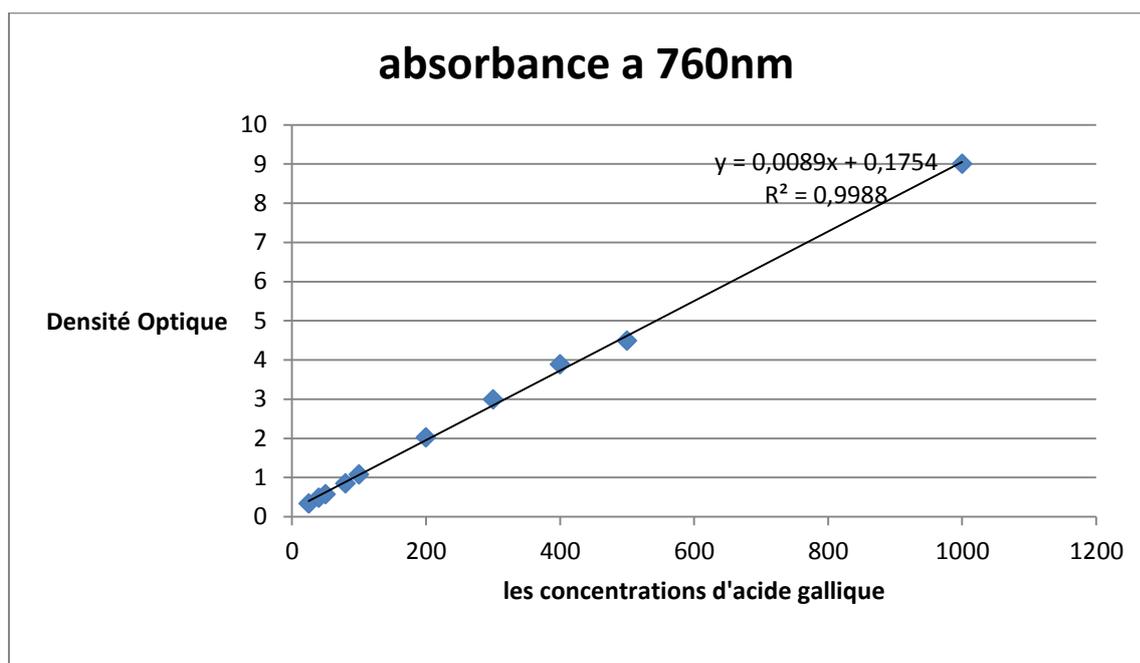
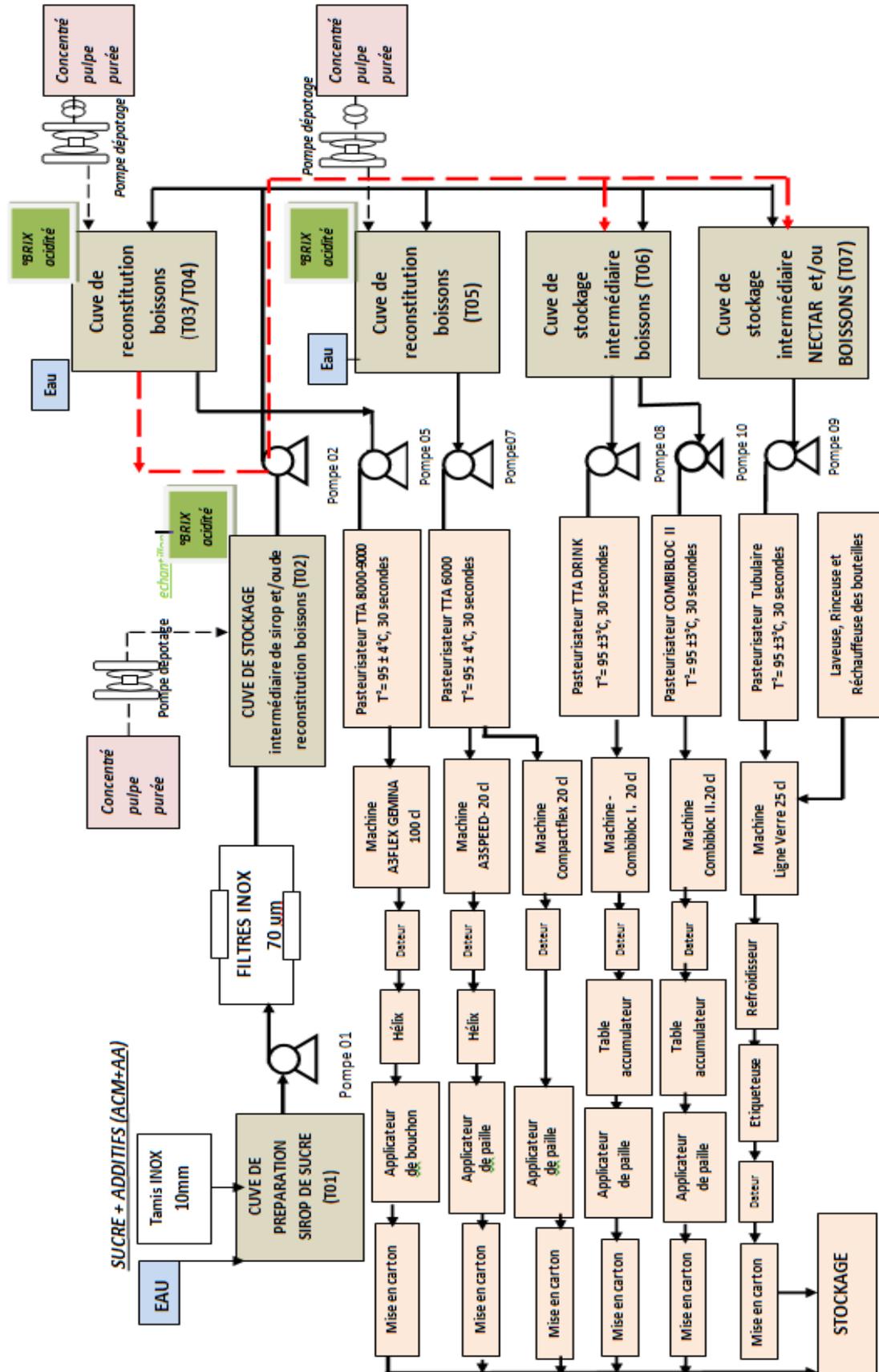


Figure 1 : Courbe d'étalonnage des composés phénoliques solubles totaux

ANNEXES

ANNEXE 7 : Diagramme de fabrication « Vitajus »



ANNEXES

ANNEXES 8 :

Tableau N° 1 : Analyse de la variance PH « orange sanguine » :

| | SCE | DDL | CARRES MOYENS | TEST F | PROBA | E.T. | C.V. |
|-----------------|------|-----|------------------|--------|-------|------|------|
| Var .Totale | 0.11 | 35 | 0.00 | | | | |
| Var. Facteur 1 | 0.01 | 2 | 0.01 | 0.01 | | | |
| Var .RESIDUELE1 | 0.00 | 24 | 0.00 | | | 0.01 | 0.5% |

Tableau N° 2: Test de NEWMAN-KEULS - seuil=5%

| PH | LIBELLES | MOYENNES | GROUPES HOMOGENES |
|----|----------|----------|----------------------|
| 1 | 4 | 2.91 | A |
| 2 | 25 | 2.89 | B |
| 3 | 37 | 2.87 | C |

Tableau N° 3: Analyse de la variance PH « Nectar Raisin » :

| | SCE | DDL | CARRES MOYENS | TEST F | PROBA | E.T. | C.V. |
|-----------------|------|-----|------------------|--------|--------|------|------|
| Var .Totale | 0.04 | 35 | 0.00 | | | | |
| Var. Facteur 1 | 0.01 | 2 | 0.01 | 36.33 | 0.0000 | | |
| Var .RESIDUELE1 | 0.00 | 24 | 0.00 | | | 0.01 | 0.5% |

Tableau N° 4: Test de NEWMAN-KEULS - seuil=5%

| PH | LIBELLES | MOYENNES | GROUPES HOMOGENES |
|----|----------|----------|----------------------|
| 1 | 4 | 2.69 | A |
| 2 | 25 | 2.66 | B |
| 3 | 37 | 2.64 | C |

ANNEXES

Tableau N° 5: Analyse de la variance PH « Cocktail fruits rouges » :

| | SCE | DDL | CARRES MOYENS | TEST F | PROBA | E.T. | C.V. |
|-----------------|------|-----|------------------|--------|--------|------|------|
| Var .Totale | 0.05 | 35 | 0.00 | | | | |
| Var. Facteur 1 | 0.04 | 2 | 0.02 | 125.18 | 0.0000 | | |
| Var .RESIDUELE1 | 0.00 | 24 | 0.00 | | | 0.01 | 0.4% |

Tableau N° 6: Test de NEWMAN-KEULS - seuil=5%

| PH | LIBELLES | MOYENNES | GROUPES HOMOGENES |
|----|----------|----------|----------------------|
| 2 | 25 | 3.23 | A |
| 1 | 4 | 3.31 | B |
| 3 | 37 | 3.15 | C |

Tableau N° 7: Analyse de la variance Brix « OSG » :

| | SCE | DDL | CARRES MOYENS | TEST F | PROBA | E.T. | C.V. |
|-----------------|------|-----|------------------|--------|--------|------|------|
| Var .Totale | 0.44 | 35 | 0.01 | | | | |
| Var. Facteur 2 | 0.06 | 2 | 0.03 | 4.68 | 0.0189 | | |
| Var .RESIDUELE1 | 0.15 | 24 | 0.01 | | | 0.08 | 0.6% |

Tableau N° 8: Test de NEWMAN-KEULS - seuil=5%

| BRIX | LIBELLES | MOYENNES | GROUPES HOMOGENES |
|------|----------|----------|----------------------|
| 2 | 25 | 12.34 | A |
| 3 | 37 | 12.32 | A |
| 1 | 4 | 12.25 | C |

ANNEXES

Tableau N° 9: Analyse de la variance Brix « Raisin » :

| | SCE | DDL | CARRES MOYENS | TEST F | PROBA | E.T. | C.V. |
|-----------------|------|-----|------------------|--------|-------|--------|------|
| Var .Totale | 0.43 | 35 | 0.01 | | | | |
| Var. Facteur 1 | 0.05 | 2 | 0.02 | 4.68 | 4.42 | 0.0228 | |
| Var .RESIDUELE1 | 0.15 | 24 | 0.01 | | | 0.07 | 0.5% |

Tableau N° 10: Test de NEWMAN-KEULS - seuil=5%

| BRIX | LIBELLES | MOYENNES | GROUPES HOMOGENES |
|------|----------|----------|----------------------|
| 3 | 37 | 14.84 | A |
| 2 | 25 | 14.77 | B |
| 1 | 4 | 14.76 | B |

Tableau N° 11: Analyse de la variance Brix « Cocktail fruits rouges » :

| | SCE | DDL | CARRES MOYENS | TEST F | PROBA | E.T. | C.V. |
|-----------------|------|-----|------------------|--------|-------|--------|------|
| Var .Totale | 0.32 | 35 | 0.01 | | | | |
| Var. Facteur 1 | 0.01 | 2 | 0.00 | 0.50 | 4.42 | 0.6178 | |
| Var .RESIDUELE1 | 0.12 | 24 | 0.00 | | | 0.07 | 0.6% |

Tableau N° 12: Analyse de la variance Vitamine C « OSG » traitement thermique :

| | SCE | DDL | CARRES MOYENS | TEST F | PROBA | E.T. | C.V. |
|-----------------|------|-----|------------------|--------|--------|------|------|
| Var .Totale | 4.65 | 5 | 0.93 | | | | |
| Var. Facteur 1 | 0.52 | 1 | 0.52 | 0.50 | 0.5221 | | |
| Var .RESIDUELE1 | 4.13 | 4 | 1.03 | | | 1.02 | 3.4% |

ANNEXES

Tableau N° 13: Analyse de la variance Vitamine C « Nectar raisin » traitement thermique :

| | SCE | DDL | CARRES MOYENS | TEST F | PROBA | E.T. | C.V. |
|-----------------|------|-----|---------------|--------|--------|------|------|
| Var .Totale | 2.20 | 5 | 0.44 | | | | |
| Var. Facteur 1 | 0.12 | 1 | 0.12 | 0.24 | 0.6524 | | |
| Var .RESIDUELE1 | 2.08 | 4 | 0.52 | | | 0.72 | 2.6% |

Tableau N° 14: Analyse de la variance Vitamine C « Cocktail fruits rouges » traitement thermique :

| | SCE | DDL | CARRES MOYENS | TEST F | PROBA | E.T. | C.V. |
|-----------------|------|-----|---------------|--------|--------|------|------|
| Var .Totale | 6.20 | 5 | 1.24 | | | | |
| Var. Facteur 1 | 0.52 | 1 | 0.52 | 0.36 | 0.5821 | | |
| Var .RESIDUELE1 | 5.68 | 4 | 1.42 | | | 1.19 | 4.4% |

Tableau N° 15: Analyse de la variance Vitamine C « OSG» effet de stockage :

| | SCE | DDL | CARRES MOYENS | TEST F | PROBA | E.T. | C.V. |
|-----------------|-------|-----|---------------|--------|--------|------|------|
| Var .Totale | 58.65 | 5 | 11.73 | | | | |
| Var. Facteur 1 | 46.76 | 1 | 46.76 | 15.73 | 0.0178 | | |
| Var .RESIDUELE1 | 11.89 | 4 | 2.97 | | | 1.72 | 6.4% |

Tableau N° 16: Analyse de la variance Vitamine C « Nectar raisin » effet de stockage :

| | SCE | DDL | CARRES MOYENS | TEST F | PROBA | E.T. | C.V. |
|-----------------|--------|-----|---------------|--------|--------|------|------|
| Var .Totale | 117.71 | 5 | 23.54 | | | | |
| Var. Facteur 1 | 101.19 | 1 | 101.19 | 24.50 | 0.0090 | | |
| Var .RESIDUELE1 | 16.52 | 4 | 4.13 | | | 2.03 | 8.6% |

ANNEXES

Tableau N° 17: Analyse de la variance Vitamine C « Cocktail fruits rouges » effet de stockage :

| | SCE | DDL | CARRES MOYENS | TEST F | PROBA | E.T. | C.V. |
|-----------------|-------|-----|---------------|--------|--------|------|------|
| Var .Totale | 31.62 | 5 | 6.32 | | | | |
| Var. Facteur 1 | 29.04 | 1 | 29.04 | 45.00 | 0.0036 | | |
| Var .RESIDUELE1 | 2.58 | 4 | 0.65 | | | 0.80 | 3.2% |

Tableau N° 18: Analyse de la variance Polyphénol « OSG » traitement thermique

| | SCE | DDL | CARRES MOYENS | TEST F | PROBA | E.T. | C.V. |
|-----------------|--------|-----|---------------|--------|--------|------|------|
| Var .Totale | 253.15 | 5 | 50.63 | | | | |
| Var. Facteur 1 | 233.25 | 1 | 233.25 | 46.88 | 0.0034 | | |
| Var .RESIDUELE1 | 19.9 | 4 | 4.98 | | | 2.23 | 9.0% |

Tableau N° 19: Analyse de la variance Polyphénol « Nectar raisin » traitement thermique :

| | SCE | DDL | CARRES MOYENS | TEST F | PROBA | E.T. | C.V. |
|-----------------|--------|-----|---------------|--------|--------|------|------|
| Var .Totale | 323.48 | 5 | 64.70 | | | | |
| Var. Facteur 1 | 303.31 | 1 | 303.31 | 60.16 | 0.0024 | | |
| Var .RESIDUELE1 | 20.17 | 4 | 5.04 | | | 2.25 | 3.7% |

Tableau N° 20: Analyse de la variance Polyphénol « Cocktail fruits rouges » traitement thermique :

| | SCE | DDL | CARRES MOYENS | TEST F | PROBA | E.T. | C.V. |
|-----------------|-------|-----|---------------|--------|--------|------|------|
| Var .Totale | 79.71 | 5 | 15.94 | | | | |
| Var. Facteur 1 | 56.18 | 1 | 56.18 | 9.55 | 0.0372 | | |
| Var .RESIDUELE1 | 23.53 | 4 | 5.88 | | | 2.43 | 7.3% |

ANNEXES

Tableau N° 21: Analyse de la variance Polyphénol « OSG » Vieillissement :

| | SCE | DDL | CARRES MOYENS | TEST F | PROBA | E.T. | C.V. |
|-----------------|-------|-----|------------------|--------|--------|------|------|
| Var .Totale | 11.00 | 5 | 2.20 | | | | |
| Var. Facteur 1 | 10.32 | 1 | 10.32 | 60.60 | 0.0024 | | |
| Var .RESIDUELE1 | 0.68 | 4 | 0.17 | | | 0.41 | 2.4% |

Tableau N° 22: Analyse de la variance Polyphénol « Nectar raisin » Vieillissement :

| | SCE | DDL | CARRES MOYENS | TEST F | PROBA | E.T. | C.V. |
|-----------------|-------|-----|------------------|--------|--------|------|------|
| Var .Totale | 99.89 | 5 | 19.97 | | | | |
| Var. Facteur 1 | 90.64 | 1 | 90.64 | 39.43 | 0.0044 | | |
| Var .RESIDUELE1 | 9.20 | 4 | 2.30 | | | 1.52 | 2.6% |

Tableau N° 23: Analyse de la variance Polyphénol « Cocktail fruits rouges »
Vieillissement:

| | SCE | DDL | CARRES MOYENS | TEST F | PROBA | E.T. | C.V. |
|-----------------|--------|-----|------------------|--------|--------|------|------|
| Var .Totale | 138.98 | 5 | 27.80 | | | | |
| Var. Facteur 2 | 136.71 | 1 | 136.71 | 247.14 | 0.0005 | | |
| Var .RESIDUELE1 | 2.27 | 4 | 0.57 | | | 0.75 | 3.0% |

ANNEXES

ANNEXE 09 :

Journal officiel de la République Algérienne : N°35 / 27 Mai 1998.

| Eau de distribution traitée | n | c | m |
|--|----------|----------|-------------------|
| - Germes Aérobie à 37°C/ml | 1 | - | < 20 |
| - Germes Aérobie à 22°C/ml | 1 | - | < 10 ² |
| - Coliformes Aérobie à 37°C/100ml | 1 | - | <10 |
| - Coliformes Fécaux/ 100 ml | 1 | - | Absence |
| - Streptocoques D/50 ml | 1 | - | Absence |
| - Clostridium Sulfito-Réducteur à 46°C/ ml | 1 | - | Absence |
| - Clostridium Sulfito-Réducteur à 46°C/20 ml | 1 | - | < 5 |

| Jus de fruits ou de légumes et eaux fruitées | n | c | m |
|---|----------|----------|----------|
| - Coliformes | 5 | 2 | Absence |
| - Levures osmpophiles/ 1 litres | 5 | 2 | < 20 |
| - Moisissure / 100 ml | 5 | 2 | 10 |
| - Leuconostoc citrovorum* | 5 | 2 | Absence |
| - Clostridium butyrique / 100 ml | 5 | 2 | Absence |

* : Uniquement pour le jus d'agrumes.

n : nombre d'unité compostant l'échantillon.

c : nombre d'unité donnant résultat y compris 3m et M.

m : seul limité d'acceptabilité au-delà duquel les résultats ne sont plus considéré comme satisfaisants, le produit est considéré comme toxique.

Matériel et méthodes

Introduction