

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOULOU MAMMERI TIZI OUZOU  
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES  
AGRONOMIQUES

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

*Mémoire de fin d'études*



En vue de l'obtention du diplôme de Master  
Filière : Sciences Alimentaires  
Option : Agroalimentaire et contrôle de qualité.

## Thème

*Caractérisation nutritionnelle, hygiénique et organoleptique de quelques marques du jus d'orange industriel*

Proposé et dirigé par :

M<sup>f</sup> BENGANA M.

Présenté par :

MEZIANE Yacine

Devant le jury;

Président: M<sup>f</sup> SADOUDI R.

M.C.A. UMMTO

Examineurs:

M<sup>me</sup> REMANE Y.

M.A. UMMTO

M<sup>me</sup> BENTAYEB S.

M.A. UMMTO



PROMOTION: 2017 /2018

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## *Remerciements*

*Même si parfois les mots semblent fades à côté de la profondeur des sentiments, il faut pourtant les concrétiser en remerciements, pour honorer tous ceux qui nous ont aidée à franchir ce pas vers l'avenir.*

*Je tien à remercier vivement Mr BENGANA M. Mon promoteur qui ma encourager d'avantage à réaliser ce travail.*

*J'exprime aussi ma gratitude à Mr SADOUDI R, maître de conférences, pour avoir accepté de présider le jury.*

*Mes remerciements s'adressent également aux Mesdames ; REMANE Y. M.A. et BENTAIB L. M.A., d'avoir acceptés d'examiner ce travail.*

*Sans oublier pas de remercier M<sup>rs</sup> CHIHANI Ali et ABADI Amine, qui ont contribué dans la réalisation de ce travail.*

*Merci enfin pour tous et celles qui nous ont aidé d'une façon ou d'une autre lors de notre travail, nous les remercions du fond du cœur.*

## Liste des Abréviations :

**A** : Appréciable

**ACP** : analyse par composantes principale

**AFNOR** : Agence Française de Normalisation.

**ANOVA**: Analyses de la variance.

**AOAC**: Official Methods of Analysis

**BPF** : Les bonnes pratiques de fabrication

**C** : Carbone

**Cd** : Cendres

**CEN** : Comité Européen de Normalisation.

**°C**: degré Celsius.

**cm**: centimètre.

**CNUCED** : Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement

**DCLA** : Desoxycholate Citrate Lactose Agar

**DLC** : date limite de consommation.

**E.S.S.** : Extrait sec soluble

**EPEI** : Eau peptonée exempte d'indole

**F** : Fort

**f** : Faible

**FAO** : L'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organisation of the United Nations).

**FMC**: (Food Machinery Corporation).

**FTAM** : La flore totale aérobie mésophile.

**g**: gramme.

**H** : Hydrogène

**HNO<sub>3</sub>** : acide nitrique

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** : Peroxyde d'Hydrogène

**INSFP** : Institut national spécialisé dans l'enseignement et la formation professionnelle

**JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne.

**kDa** : kilodalton

**Kg**: kilogramme.

**MCV** : Les *maladies cardiovasculaires*:

**min:** minute.

**mL:** millilitre.

**mm:** millimètre

**MO :** Matière organique

**N:** Azote

**NaOH :** Hydroxyde de sodium

**N.A.** Non appréciable

**nm:** nanomètre.

**N.S. :** Non significatif

**NPP :** Nombre le plus probable

**O :** Oxygène

**Obs :** Observation

**OGA :** Gélose Glucosée à l'Oxytétracycline (Oxytetracycline-Glucose-Yeast Extract Agar).

**OMS :** Organisation Mondiale de la Santé.

**PCA:** Plate count Agar.

**pH :** Potentiel d'Hydrogène.

**PME:** Pectine méthylestérase

**S:** Significative

**SM :** Solution mère

**SL :** Soudures longitudinales

**ST :** soudures transversales

**T :** Totaux

**Tr/min:** Tour par minute.

**TSE:** TRYPTONE SEL EAU

**TSS:** Taux de solide soluble

**UHT :** Ultra haute température

**UFC :** Unité Formant Colonie.

**µg:** microgramme.

**µL:** microgramme.

**µm:** micromètre.

**USDA :** Département Américain de l'Agriculture *United States Department of Agriculture*

**UV:** Ultra-violet

**V :** Volume

**VBL** : Bouillon lactosé bilié au vert brillant

**VRBL** : Gélose Lactosée Biliée au Cristal Violet et au Rouge neutre.

**%**: Pourcentage.

N°	Titre des tableaux	Pages
<b>Tableau I</b>	Principales variétés d'oranges de l'espèce <i>Citrus Sinensis</i> (L.) Osbeck	<b>05</b>
<b>Tableau II</b>	Composition chimique des oranges douces et des oranges amère.....	<b>06</b>
<b>Tableau III</b>	Dénominations de jus de fruits et principales caractéristiques.....	<b>08</b>
<b>Tableau IV</b>	Contrôle des matières premières entrant dans la fabrication des Jus...	<b>18</b>
<b>Tableau V</b>	Composition chimique du jus d'orange.....	<b>19</b>
<b>Tableau VI</b>	Concentration et propriétés structurales des acides organiques du jus	<b>21</b>
<b>Tableau VII</b>	Composition minérale du jus d'orange selon son origine.....	<b>23</b>
<b>Tableau VIII</b>	Principales molécules antioxydantes étudiées des jus d'agrumes...	<b>24</b>
<b>Tableau IX</b>	Stabilité des vitamines dans les jus de fruits.....	<b>26</b>
<b>Tableau X</b>	Caractéristiques des échantillons de jus d'orange prélevés.....	<b>32</b>
<b>Tableau XI</b>	Test Dunnett (bilatéral) analyse des différences ; Acidité et pH.....	<b>47</b>
<b>Tableau XII</b>	Test Dunnett (bilatéral) analyse des différences ; Teneur en eau.....	<b>49</b>
<b>Tableau XIII</b>	Test Dunnett (bilatéral) analyse des différences ; Densité.....	<b>51</b>
<b>Tableau XIV</b>	Test Dunnett (bilatéral) analyse des différences ; Cendres.....	<b>52</b>
<b>Tableau XV</b>	Test Dunnett (bilatéral) analyse des différences ; E.S.S.....	<b>54</b>
<b>Tableau XVI</b>	Test Dunnett (bilatéral) analyse des différences ; Sucres.....	<b>56</b>
<b>Tableau XVII</b>	Test Dunnett (bilatéral) analyse des différences ; Pulpes.....	<b>58</b>
<b>Tableau XVIII</b>	Test Dunnett (bilatéral) analyse des différences ; Vitamine C....	<b>59</b>
<b>Tableau XIX</b>	Test Dunnett (bilatéral) analyse des différences ; Caroténoïdes.....	<b>63</b>
<b>Tableau XXI</b>	Test Dunnett (bilatéral) analyse des différences ; Polyphénols.....	<b>64</b>
<b>Tableau XXII</b>	Test Dunnett (bilatéral) analyse des différences ; Flavonoïdes.....	<b>66</b>
<b>Tableau XXII</b>	Test de corrélation.....	<b>67</b>
<b>Tableau XXII</b>	Résultats d'analyse microbiologique.....	<b>70</b>

N°	Titre des figures	P
<b>Figure 01</b>	Coupe équatoriale d'une orange.....	<b>03</b>
<b>Figure 02</b>	Procédé de fabrication du pur jus d'orange et du concentré d'orange .....	<b>09</b>
<b>Figure 03</b>	Schéma des extracteurs Brown (A) et FMC (B) .....	<b>10</b>
<b>Figure 04</b>	Laboratoire d'analyses physico-chimiques .....	<b>31</b>
<b>Figure 05</b>	Marques de jus d'orange étudiées .....	<b>31</b>
<b>Figure 06</b>	Préparation des dilutions cas des produits liquides .....	<b>39</b>
<b>Figure 07</b>	Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux .....	<b>40</b>
<b>Figure 08</b>	Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et fécaux à 37°C et 44°C.....	<b>41</b>
<b>Figure 09</b>	Recherche et dénombrement des Staphylococcus aureus à 37°C.....	<b>42</b>
<b>Figure 10</b>	Recherche et dénombrement des Levures et Moisissures à 22°C.....	<b>43</b>
<b>Figure 11</b>	Acidité et pH des marques du jus étudiées.....	<b>46</b>
<b>Figure 12</b>	Teneur en eau des marques du jus étudiées.....	<b>48</b>
<b>Figure 13</b>	Densité des marques du jus étudiées.....	<b>50</b>
<b>Figure 14</b>	Teneur en cendres (mg/100g) des marques du jus étudiées.....	<b>51</b>
<b>Figure 15</b>	Extrait sec soluble (°Brix) et Sucres totaux (g/100g) des jus étudiés .....	<b>53</b>
<b>Figure 16</b>	Teneur en sucres réducteurs et saccharose des marques du jus étudiées .....	<b>55</b>
<b>Figure 17</b>	Teneur en Fructose et Glucose des marques du jus étudiées .....	<b>55</b>
<b>Figure 18</b>	Teneur en Pulpes (%) des marques du jus étudiées .....	<b>57</b>
<b>Figure 19</b>	Teneur en Vitamine C (mg/100g) des marques du jus étudiées.....	<b>59</b>
<b>Figure 20</b>	Evolution de la teneur en Vitamine C en fonction des dates de fabrication des jus	<b>60</b>
<b>Figure 21</b>	Teneur en Caroténoïdes totaux (mg/Kg) des jus analysés.....	<b>62</b>
<b>Figure 22</b>	Teneur en Polyphénols totaux (mg/100g) des jus analysés.....	<b>64</b>
<b>Figure 23</b>	Teneur en Flavonoïdes totaux (mg/100g) des jus analysés.....	<b>65</b>
<b>Figure 24</b>	ACP ; carrée des corrélations entre les paramètres étudiés.....	<b>68</b>
<b>Figure 25</b>	ACP ; Carré des observations.....	<b>69</b>
<b>Figure 26</b>	Appréciation de gout (%) des jus étudiés.....	<b>72</b>
<b>Figure 27</b>	ACP ; caractéristiques physico-chimiques et le gout ; carré des corrélations.....	<b>73</b>
<b>Figure 28</b>	ACP ; caractéristiques physico-chimiques et le gout ; observations.....	<b>74</b>
<b>Figure 29</b>	Appréciation de l'odeur (%) des jus étudiés.....	<b>75</b>
<b>Figure 30</b>	ACP ; profile physico-chimiques et intensité de l'odeur ; carré des individus.....	<b>76</b>
<b>Figure 31</b>	ACP ; profile physico-chimiques et qualité de l'odeur ; carré des individus.....	<b>77</b>
<b>Figure 32</b>	Couleur (%) des marques de jus étudiées.....	<b>78</b>
<b>Figure 33</b>	Relation entre la teneur en caroténoïdes et la coloration des jus.....	<b>78</b>
<b>Figure 34</b>	ACP ; teneur en caroténoïdes la couleur des jus ; carré des individus.....	<b>79</b>

# Sommaire

Résumé

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction ..... 01

## Première partie : Données bibliographiques.

### *Chapitre I : De l'orange au jus d'orange*

1. Généralités sur l'orange:.....	03
1.1 Structure du fruit .....	03
1.2. Les espèces et les principales variétés .....	03
1.3. Composition et valeur nutritive .....	05
2. Jus de fruits .....	06
2.1. Les différentes appellations de jus d'orange .....	07
2.1.1. Les Pur Jus obtenu à partir de fruit .....	07
2.1.2. Les Pur Jus obtenu à partir de concentré .....	07
2.1.3. Les Jus de fruits déshydratés .....	07
2.1.4. Les Nectars de fruits .....	07
2.2. Procédé de fabrication du jus d'orange.....	08
2.2.1. Matières premières .....	08
2.2.2. Procédé de fabrication de pur jus d'orange.....	10
2.2.2.1. Extraction du jus .....	10
2.2.2.2. Raffinage et centrifugation.....	11
2.2.2.3. Pasteurisation .....	12
2.2.2.3. Transport.....	12
2.2.3. Procédé de fabrication du jus d'orange à base de concentré .....	12
2.2.3.1. Pasteurisation après extraction et raffinage.....	12
2.2.3.2. Concentration et congélation .....	13
2.2.3.3. Transport du concentré congelé .....	13
2.2.4 Conditionnement .....	14
2.2.4.1. Pur jus d'orange .....	14

2.2.4.2. Jus à base de concentré .....	14
2.2.5. Emballage.....	15
2.2.5.1. Emballage carton complexe TETRAPACK .....	15
2.2.5.2. Les caractéristiques de l’emballage tétra pack .....	16
2.2.5.3. Charge sur l’environnement .....	16
2.2.5.4. Stérilisation du matériau d’emballage .....	17
2.2.5.5. Le Test de soudure .....	17
2.2.6. Contrôle à la fabrication .....	17

## ***Chapitre II : Composition nutritionnelle du jus d’orange***

1. Les constituants non volatiles du jus d’orange .....	19
1.1. Les glucides .....	19
1.2. Les acides organiques .....	20
1.3. Protéines et acides aminés .....	21
1.4. Les lipides .....	22
1.5. Sels minéraux .....	22
1.6. Les Anti-oxydants.....	23
2. Composés volatiles du jus d’orange .....	24
3. Variation des composés nutritionnels des jus en fonction des facteurs technologiques..	25
3.1. Les jus de fruits commerciaux transformés .....	25
3.2. Impact des traitements technologiques sur la composition nutritionnelle des jus ...	26
3.2.1. La stabilité de vitamines dans les jus de fruit .....	26
3.2.2. Les micronutriments non essentiels dans le jus de fruit .....	27
4. Effet santé des jus d’agrumes – Rôle des antioxydants .....	28
4.1. Effet santé des caroténoïdes .....	29
4.1. Effet santé des flavonoïdes .....	29
4.1. Effet santé de la vitamine C.....	29

## **Deuxième partie : Etude expérimentale.**

### ***Chapitre I : Matériel et méthodes***

1. Matériel végétal.....	31
2. Méthodes d’analyses.....	33
2.1. Analyses physico-chimiques .....	33
2.1.1. Détermination du pH .....	33
2.1.2. Détermination de l’Acidité titrable .....	33

2.1.3. Détermination de l'extrait sec soluble °Brix .....	33
2.1.4. Détermination de la densité .....	34
2.1.5. Détermination de la teneur en eau .....	34
2.1.6. Détermination de la teneur en cendres.....	34
2.1.7. Détermination de la teneur en sucres .....	35
2.1.7.1. Détermination de la teneur en sucres totaux .....	35
2.1.7.2. Détermination de la teneur en sucres réducteurs.....	36
2.1.7.3. Détermination de la teneur en saccharose .....	37
2.1.7.4. Détermination de la teneur en fructose .....	37
2.1.8. Détermination de la teneur en Pulpes .....	37
2.1.9. Détermination de la teneur en vitamine C .....	37
2.1.10. Détermination de la teneur en caroténoïdes totaux .....	38
2.1.11. Détermination de la teneur en polyphénols totaux .....	38
2.1.12. Détermination de la teneur en flavonoïdes totaux .....	38
2.2. Analyses Microbiologiques .....	39
2.2.1. Préparation des dilutions décimale .....	39
2.2.2. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux .....	40
2.2.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux à 37°C et fécaux à 44°C ....	41
2.2.4. Recherche et dénombrement des Staphylococcus Aureus à 37°C .....	42
2.2.5. Recherche et dénombrement des Levures et Moisissures à 22°C .....	43
2.3. Analyses hédonique .....	44
2.4. Analyses Statistique .....	45

## ***Chapitre II : Résultats et discussion***

1. Résultats des analyses physico-chimiques .....	46
1.1. Acidité et pH .....	46
1.2. Teneur en eau .....	48
1.3. La densité .....	49
1.4. Teneur en cendres .....	51
1.5. Taux de solides solubles et teneurs en sucres .....	52
1.6. Teneur en saccharose et en sucres réducteurs .....	54
1.7. Teneur en Pulpes .....	57
1.8. Teneur en vitamine C .....	58
1.9. Teneur en caroténoïdes .....	61

1.10. Teneur en polyphénols .....	63
1.11. Teneur en flavonoïdes .....	65
1.12. Analyses statistique .....	66
2. Résultats des analyses microbiologiques .....	69
3. Résultats d'Analyse hédonique .....	71
3.1. Le gout .....	72
3.2. L'odeur .....	75
3.3. La couleur .....	77
<b>Conclusion.</b> .....	80
Références bibliographiques	
Annexes	

# Introduction

## **Introduction**

Les jus de fruits, en tout premier lieu, sont des boissons dont la fonction principale est de désaltérer ; de plus son goût, à la fois acidulé et sucré, est agréable et très apprécié. De par leur praticité, elles peuvent être un moyen attractif pour contribuer à remplir les objectifs du Plan National de Nutrition et Santé en termes de consommation de fruits et légumes. D'ailleurs, un marché prometteur se développe autour de jus de fruits aux nouveaux goûts et aux hautes valeurs nutritionnelles (BENAICHE, 2001). La qualité du produit et l'innovation sont considérées comme des concepts essentiels à la réussite d'une industrie et à la conquête des marchés intérieurs et extérieurs (APAB, 2011).

Parmi les jus de fruits, les jus d'agrumes sont les plus consommés dans le monde et le jus d'orange occupe la première place avec 1,74 million de tonnes (USDA 2017). Par ailleurs, les agrumes les plus consommés sont les oranges et les mandarines et représentent pour l'année 2002, 22,5 kg/habitant dans les pays développés contre 8 kg/habitant pour les pays en voie de développement (CNUCED 2003).

La consommation des jus d'orange se voit augmentée grâce à la large gamme des produits disponibles au marché. Néanmoins, les consommateurs souhaitent de plus en plus des jus de haute qualité qui ressemblent aux jus naturels, par leur aspect organoleptique tout en garantissant une qualité nutritionnelle.

Pour cette raison, il était pertinent de s'intéresser à la qualité nutritionnelle de ces jus, célèbres surtout pour leur richesse en vitamine C. En revanche, leur composition en caroténoïdes assez complexe et en polyphénols (flavonoïdes) est beaucoup moins connue. Par ailleurs, de très nombreuses études existent sur les effets santé des jus d'agrumes en relation avec les molécules antioxydantes tels que les flavonoïdes et d'autres moins nombreuses en relation avec la  $\beta$ - cryptoxanthine.

Les industries agro-alimentaires doivent répondre aux exigences des consommateurs. Pour cela, il faut toujours chercher à améliorer la qualité de la matière première, le conditionnement et le stockage du produit fini qui préservent la qualité nutritionnelle du jus industriel.

Les contrôles physicochimiques, microbiologiques et organoleptiques en industries alimentaires correspondent aux qualités nutritionnelles, hygiéniques et organoleptiques du produit. Une démarche globale doit être appliquée pour la maîtrise rigoureuse de la qualité microbiologique et de la stabilité chimique des jus fabriqués industriellement. Elle implique la mise au point du procédé de production, la conception du matériel, l'hygiène et la formation du personnel et également l'organisation et la gestion de la production (VIERLING, 2008).

Par conséquent, l'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique de quelques jus d'orange industriels produits localement. En fait cinq marques ; quatre à base de concentré et un pur jus ; ont été choisis, sous la base de leurs importance sur le marché et de disponibilité sur les étalages de vente de commerce de détail.

# Données bibliographiques

# **Chapitre I :**

DE L'ORANGE AU JUS D'ORANGE  
**DE L'ORANGE AU JUS D'ORANGE**

## 1. Généralités sur l'orange

### 1.1. Structure du fruit :

L'orange est un agrume qui peut aussi être appelé hesperidium. L'hesperidium diffère de fruits comme la tomate ou le raisin car il possède une peau dure et solide qui protège la partie comestible du fruit (DAVIES et ALBRIGO, 1994). La structure d'une orange est présentée dans la Figure 1. Les parties caractéristiques communes aux agrumes sont les suivantes :

- une couche extérieure colorée, le flavedo, rappelant le mot « flaveur » car elle contient les glandes à huiles essentielles,
- une couche intérieure blanche et spongieuse, l'albedo (ou mésocarpe), riche en pectines,
- une partie comestible, l'endocarpe ou épiderme interne. Dans le cas des oranges, les cellules très juteuses formant des sacs à jus ou encore vésicules à jus sont des poils produits par l'endocarpe. Les segments (ou quartiers) qui comprennent de nombreuses vésicules sont séparés par des parois carpellaires ou membranes constituées de cellulose, pectine et et hémicelluloses. Les segments sont attachés à la partie centrale du fruit appelée columelle.

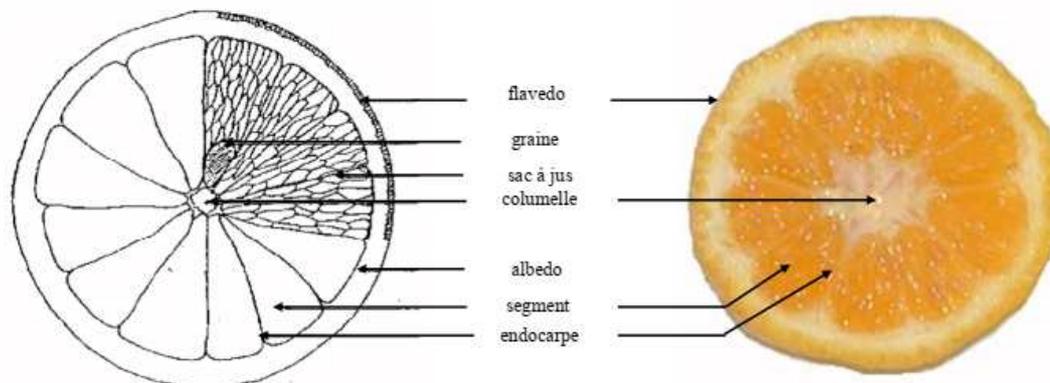


Figure 1. Coupe équatoriale d'une orange (d'après Huet, 1991)

### 1.2. Les espèces et les principales variétés :

L'orange fait partie du genre *Citrus* de la famille des *Rutaceae*. Le genre *Citrus* contient deux espèces d'orange. La première, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, correspond aux oranges douces, la deuxième, *Citrus aurantium* L., aux oranges amères. Ces dernières sont également appelées bigarades, elles sont peu comestibles et leur utilisation est principalement réservée à la production de marmelades ou d'huiles essentielles. (KIMBALL, 1999).

Les oranges douces *Citrus sinensis* (L.) Osbeck sont les plus consommées. Elles sont utilisées « en fruits » et certaines variétés servent à l'élaboration des jus (SAUNT, 1990). Parmi cette espèce, trois catégories principales sont communément dénombrées :

- **les oranges navels**, caractérisées par une excroissance « ombilic » ou « navel » en anglais dans leur partie inférieure et une quasi absence de pépins. Ces oranges sont les plus consommées en fruits de bouche. D'après SAUNT (1990), elles sont moins juteuses que la plupart des autres variétés et elles développent une certaine amertume lors du pressage ce qui peut les rendre impropres à une production de jus.

- **les oranges blondes**, dont la principale variété est la Valencia, première variété commerciale de tous les types d'agrumes. Celle-ci peut être rencontrée dans toutes les zones principales de production d'oranges (KIMBALL, 1999). Les oranges blondes développent beaucoup moins d'amertume que les oranges navels lors de leur pressage. Elles sont donc principalement transformées en jus.

- **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. Une dernière catégorie, mineure, peut également être décrite, il s'agit des oranges faiblement acides, encore appelées **oranges douceâtres**. Ces oranges sont consommées en fruits de bouche. Les principales variétés des catégories navels, blondes, sanguines et douceâtres, lieux de production et utilisation principale sont présentées dans le Tableau I.

Les variétés les plus importantes utilisées pour la fabrication de jus sont Hamlin, Pineapple, Valencia et Pera. Ces oranges appartiennent à la catégorie des oranges blondes. FELLERS (1985) a classé les diverses variétés d'oranges en ordre décroissant selon des critères sensoriels. Les oranges Valencia sont classées premières (donc présentées comme produisant le meilleur jus), suivies des oranges brésiliennes Pera puis des oranges Pineapple et Hamlin. Néanmoins, la qualité du jus d'orange dépendra également d'un grand nombre d'autres facteurs comme le climat, les conditions de culture, le processus de maturation des fruits et le procédé de fabrication du jus.

**Tableau I. Principales variétés d'oranges de l'espèce *Citrus Sinensis* (L.) Osbeck : lieux de production et utilisation courante (d'après SAUNT, 1990) :**

Oranges <i>Citrus Sinensis</i> (L.) Osbeck			
Catégorie	Variété	Lieu de production	Utilisation principale
Navels	Bahianinha	Brésil	Fruits de bouche
	Navelate	Espagne, Maroc, Afrique du Sud	
	Naveline	Espagne, Portugal, Maroc	
	Washington ou Bahia	Brésil, Californie, Floride, Mexique, Région Méditerranéenne	
Blondes	<b>Valencia</b>	Espagne, Argentine, Australie, Californie, Floride, Maroc, Afrique du Sud, Uruguay, Brésil, Israël	<b>Jus</b>
	<b>Pera</b>	Brésil	<b>Jus</b>
	<b>Pineapple</b>	Floride, Argentine, Brésil, Mexique, Inde	<b>Jus</b>
	<b>Hamlin</b>	Brésil, Floride, Maroc, Turquie, Chine	<b>Jus et Fruits de bouche</b>
	Shamouti	Israël, Turquie, Afrique du Sud, Egypte, Chine, Inde	Fruits de bouche
Sanguines	Maltaise	Tunisie, Maroc	Fruits de bouche
	Moro	Italie, Sicile	Jus
	Sanguinelli	Espagne	Fruits de bouche
Douceâtres	Succari	Egypte	Fruits de bouche
	Lima	Brésil	

### 1.3. Composition et valeur nutritive :

Les oranges présentent une composition diversifiée. Elles contiennent très peu de lipides, de protéines et de fibres (tableau I) et elles représentent une excellente source de vitamine C mais seulement une bonne source des vitamines A (rétinol), B3 (nicotinamide), B5 (acide pantothénique), B6 (pyridoxine) et E (tableau II).

**Tableau II : Composition chimique des oranges douces et des oranges amères (SOUCI *et al.*, 1994) :**

Composant (g)	Moyenne *	Intervalle
Eau	85,70	84,30-87,20
Protéines	1,00	0,80-1,30
Lipides	0,20	0,10-0,37
Glucides	8,25	-
Fibres	1,60	-
Acides organiques	1,13	-
Minéraux	0,48	0,38-0,57

## 2. Jus de fruits

Le jus de fruits est le liquide non fermenté, mais fermentescible, tiré de la partie comestible de fruits sains, parvenus au degré de maturation approprié et frais ou de fruits conservés dans de saines conditions par des moyens adaptés et/ou par des traitements de surface post-récolte appliqués conformément aux dispositions pertinentes de la Commission du Codex Alimentarius.

Certains jus peuvent être obtenus à partir de fruits comprenant des pépins, graines et peaux qui ne sont pas habituellement incorporés dans le jus, bien que des parties ou composants de pépins, de graines et de peaux impossibles à retirer par des bonnes pratiques de fabrication (BPF) soient acceptés. Le jus est obtenu par des procédés adaptés qui conservent les caractéristiques physiques, chimiques, organoleptiques et nutritionnelles essentielles des jus 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. De la pulpe et des cellules obtenues par des moyens physiques adaptés à partir du même type de fruits peuvent être ajoutées.

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).

Dans la sous filière des Jus de fruits, on retrouve 5 familles:

## **2. 1. Les différentes appellations de jus d'orange**

### **2.1.1. Les Pur Jus, obtenus à partir de fruits**

C'est un jus obtenu à partir de fruits par des procédés mécaniques, fermentescibles mais non fermenté, possédant la couleur, l'arôme et le goût caractéristiques du fruit dont il provient. Les jus de fruits frais ne subissent pas de traitement thermique (BODIN *et al.*, 2005).

### **2.1.2. Les Pur Jus, obtenus à partir de concentré**

Le produit est obtenu en remettant dans le jus de fruits concentré l'eau extraite lors de la concentration, en restituant les arômes et, le cas échéant, les pulpes et les cellules. L'eau ajoutée doit présenter des caractéristiques appropriées, notamment du point de vue chimique, microbiologique et organoleptique, de façon à garantir les qualités essentielles du jus. Le produit ainsi obtenu doit présenter des caractéristiques organoleptiques et analytiques

### **2.1.3. Les Jus de fruits déshydratés**

C'est le produit obtenu à partir de jus de fruits par élimination physique de la quasi-totalité de l'eau de constitution. La restitution des composants aromatiques est obligatoire (BODIN *et al.*, 2005).

### **2.1.4. Les Nectars de fruits**

C'est le produit non fermenté mais fermentescible, obtenu par addition d'eau et de sucres au jus de fruits concentré, à la purée de fruit concentrée ou à un mélange de ces produits, et dont la teneur minimale en jus, éventuellement en purée, et l'acidité minimale sont fixés à :

- 25 à 50 % de teneur minimale en jus
- 4 et 9 g/l d'acidité (exprimé en acide tartrique) (BOUDRA, 2007).

Tableau III : Dénominations de jus de fruits et principales caractéristiques

(http://www.jusdefruits.org/juice/site/fo/unijus/memo.html#)

Dénomination	Teneur en fruits	Autres ingrédients	Pasteurisation	Durée de vie	
Pur Jus ou 100 % Pur jus	frais	100 %	Non	non	1 semaine
	réfrigéré	100 %	Non	oui	4 à 5 semaines
	ambiant	100 %	Non	oui	12 mois
Jus de fruits à base de jus concentré	réfrigéré	100 %	eau de reconstitution : oui sucre : rarement utilisé, autorisé avec mention obligatoire	oui	4 à 5 semaines
	ambiant	100 %	eau de reconstitution : oui sucre : rarement utilisé, autorisé avec mention obligatoire	oui	jusqu'à 12 mois
Nectar	réfrigéré	25 à 50 % mini	eau : oui sucre : autorisé avec mention obligatoire	oui	3 à 4 semaines
	ambiant	25 à 50 % mini	eau : oui sucre : autorisé avec mention obligatoire	oui	12 mois

## 2.2. Procédé de fabrication du jus d'orange

L'industrie du jus d'orange comporte un grand nombre d'opérations qui peuvent se regrouper en trois filières : la production agricole, l'industrie d'extraction et de conditionnement et la filière de stockage, transport et commercialisation du jus conditionné. La figure 2 présente les différentes étapes de fabrication d'un pur jus d'orange et d'un concentré à partir de l'étape d'extraction du jus. Les paragraphes suivants donnent les caractéristiques générales de chacune de ces étapes.

### 2.2.1. Matières premières

La qualité du jus d'orange dépend largement des propriétés des oranges utilisées dans sa fabrication. À leur tour, ces propriétés sont tributaires d'un grand nombre de facteurs, parmi lesquels, la variété des oranges, le climat, la régie de fertilisation des orangers et le processus de maturation des fruits sont les plus importants (HENDRIX et REDD, 1995 ; NAGY et SHAW, 1990 ; RAMANA *et al.*, 1981).

Plusieurs variétés d'oranges sont utilisées pour la production de jus. On compte, parmi les plus importantes : « Hamlin », « Parson-Brown » (récoltées durant le mois d'octobre et jusqu'en janvier) et « Pineapple » (récoltée du début de décembre jusqu'en mai), qui

constituent le groupe de variétés hâtives (Early-Mid) ; « Valencia » et, en moindre mesure, « Washington Navel » (récoltées du début de février jusqu'en juillet) constituent le groupe de variétés tardives (Late). À ces variétés s'ajoutent les oranges cultivées dans l'hémisphère sud, notamment les cultivars « Pera » originaires du Brésil. Chaque variété d'oranges produit un jus dont les propriétés physiques, chimiques et sensorielles lui sont spécifiques. FELLERS (1985) a classé les diverses variétés d'oranges en ordre décroissant de la richesse de leur flaveur, la texture de leur pulpe et l'équilibre entre leur acidité et leurs solides solubles. Ainsi, les oranges « Valencia » produisent, de loin, les meilleurs jus, suivies des oranges d'origine brésilienne (« Pera Natal », « Pera Rio » et « Pera Coroa »), des oranges « Navel » (plus appréciées comme fruit frais), « Pineapple » et « Hamlin » et la dernière place revient aux oranges « Parson ». Cependant, comme il sera montré plus loin, la flaveur du jus obtenu à partir des diverses variétés d'orange est aussi influencée par les procédés d'extraction et conditionnement et par la durée et les conditions d'entreposage du jus.

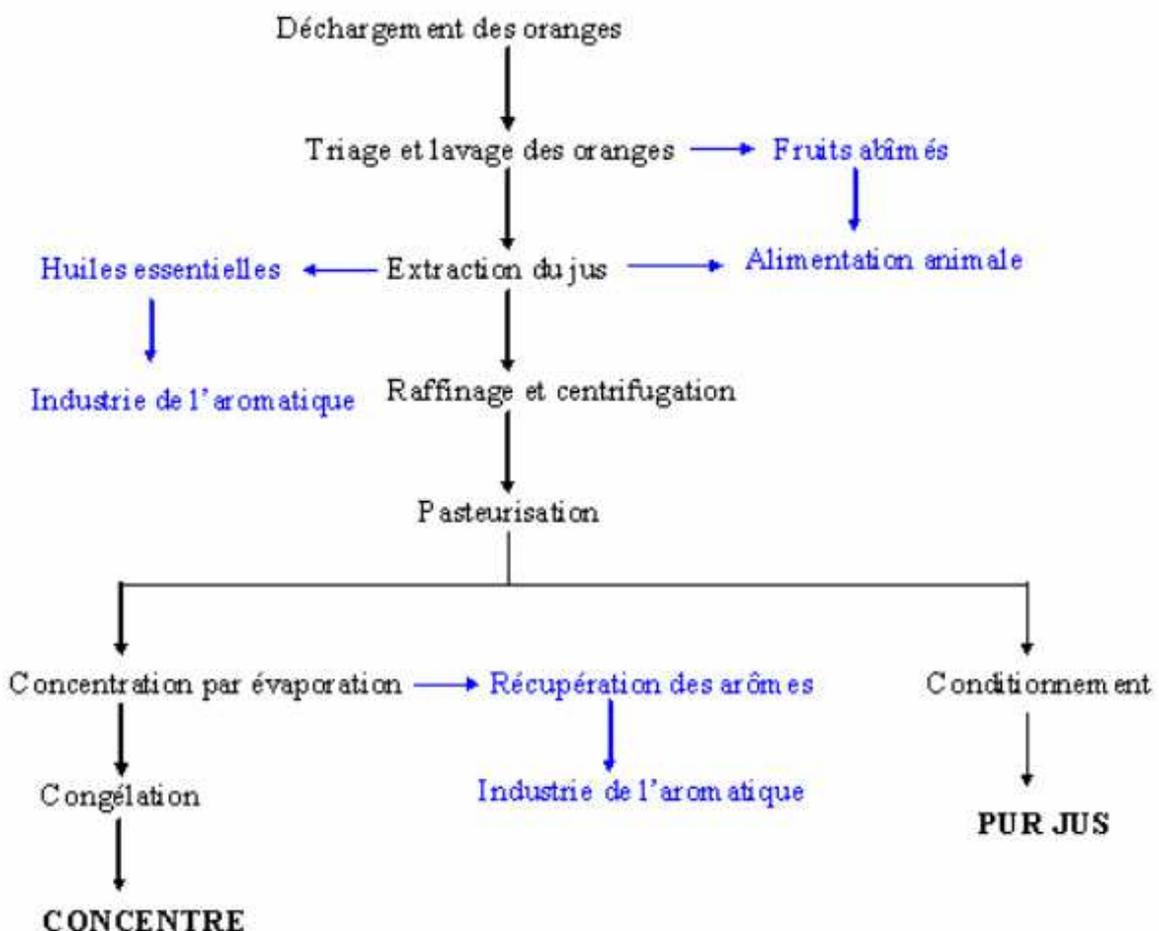


Figure 2. Procédé de fabrication du pur jus d'orange et du concentré d'orange (en bleu : valorisation de sous-produits)

## 2.2.2. Procédé de fabrication du pur jus d'orange

### 2.2.2.1. Extraction du jus

Les oranges arrivent dans les usines de transformation dans des camions bennes : elles sont soit utilisées immédiatement soit déchargées dans des silos et stockées. Au moment de leur utilisation, après un passage sous des rampes d'aspersion d'eau, les oranges sont triées, le plus souvent manuellement, et les fruits abîmés sont écartés. Deux technologies d'extraction de jus adaptées sont le plus souvent utilisées : l'extracteur Brown (Automatic Machinery and Electronics Co) et le procédé FMC (Food Machinery Corporation).

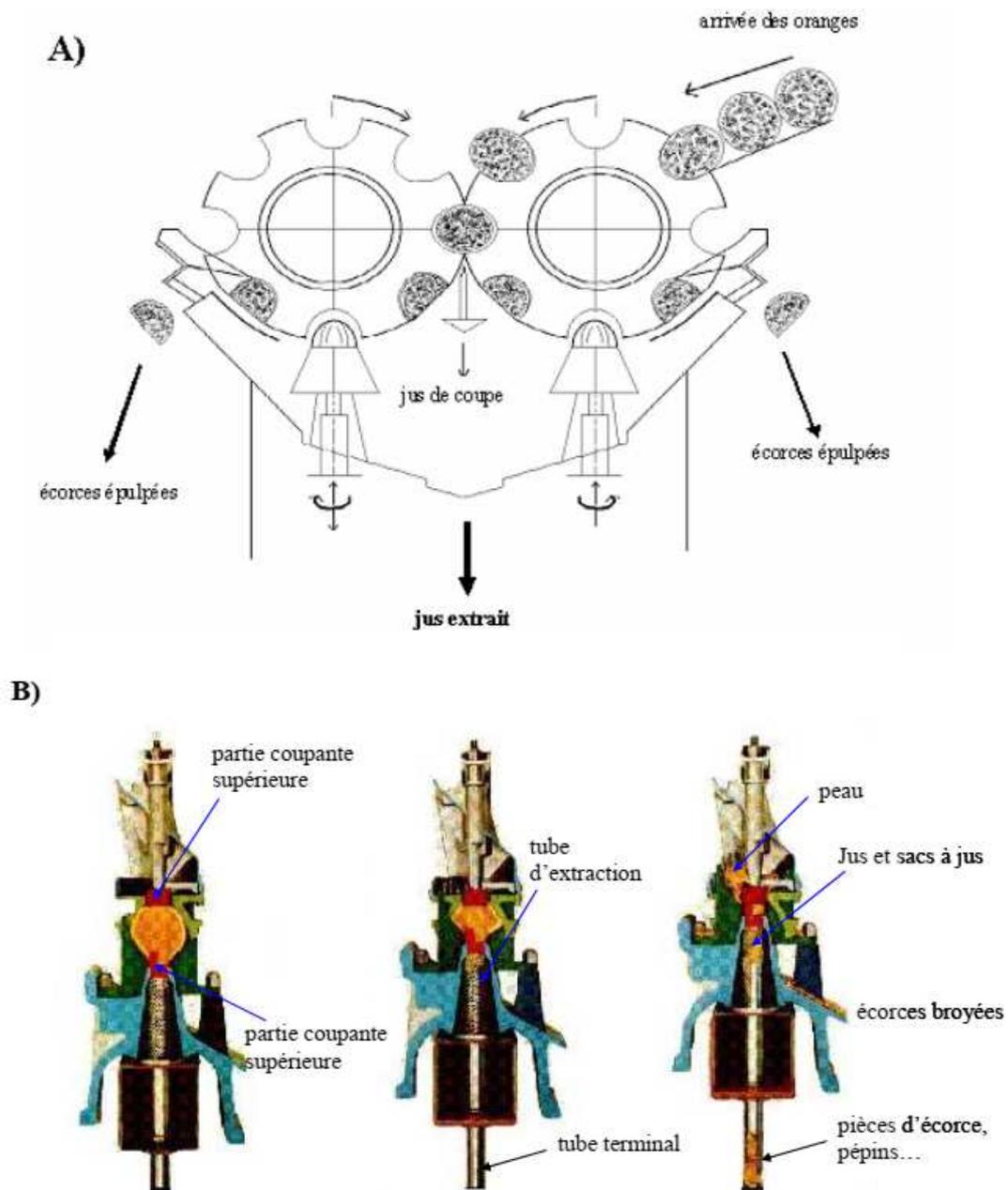


Figure 3. Schéma des extracteurs Brown (A) et FMC (B)

Dans le procédé Brown, les oranges sont coupées en deux puis pressées à l'aide de deux demi-sphères perforées, l'une concave et l'autre convexe (Figure 3, A). L'extracteur Brown effectue un « fraisage » de chaque partie du fruit. La vitesse de déplacement des têtes d'extraction et la pression qu'elles exercent sont contrôlées de façon à s'adapter à l'épaisseur de l'écorce (BARON, 2002).

Dans le procédé FMC, dont les premières lignes d'extractions ont été implantées dans les années 1950, en début de cycle, une coupelle supérieure descend et pousse le fruit sur le couteau circulaire inférieur (figure 3, B). Les coupelles maintiennent le fruit. Les constituants intérieurs du fruit sont aspirés dans le tube tamis par le mouvement descendant du piston. Pour optimiser le rendement, la taille de la tête doit être adaptée au calibre des fruits. Albedo et flavedo sont dilacérés et évacués au travers de griffes dans la coupelle inférieure. Un piston remonte et presse la pulpe, le jus s'écoule au travers du tamis et est recueilli par le collecteur. Les particules trop grosses (pépins, fragments d'albedo) sont éliminées par le centre, creux, du piston (BARON, 2002).

Le procédé FMC est le procédé le plus utilisé : son intérêt majeur est qu'il permet la récupération des huiles essentielles pendant le procédé d'extraction du jus et donc leurs valorisations. Néanmoins, le coût d'achat d'un extracteur FMC reste bien supérieur à celui d'un extracteur Brown.

La pression exercée par chacun des procédés dépend de la taille du fruit, et les extracteurs sont réglés pour exercer des pressions appropriées sur des oranges préalablement triées en fonction de leur calibre.

#### **2.2.2.2. Raffinage et centrifugation**

Le jus d'orange, après extraction, est très pulpeux et contient des morceaux de pépins et autres impuretés. Il passe alors par une étape de raffinage, appelée en anglais « finishing ». Ce terme désigne la séparation physique d'une partie de la pulpe et d'autres matériels fibreux du jus. Les « finishers » ou modules de finitions vont tamiser ce jus pulpeux et séparer les pulpes grossières et éléments non désirables. FELLERS *et al.* (1975) ont montré que l'élimination de ces pulpes grossières, contrairement à l'étape d'extraction n'avait pas d'influence sur la flaveur des jus d'orange. Le jus peut alors ensuite être centrifugé pour affiner une teneur en pulpes fines entre 6 et 12 %, ce qui permet d'obtenir un jus dont la viscosité répond aux attentes des consommateurs (BARADOCK, 1999).

Enfin, avant le traitement thermique, le jus est chauffé à 50°C dans des échangeurs de chaleur tubulaires puis soumis à un procédé de désaération dans des tanks sous vide. Cette

opération présente l'intérêt pour l'industriel d'éviter la formation de mousse et d'éviter l'oxydation du produit. Le jus une fois dégazé ne doit pas être stocké plus d'une heure avant l'étape suivante de pasteurisation.

### **2.2.2.3. 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. Pour le pur jus, la température est rapidement portée à 90-96°C dans des échangeurs de chaleur tubulaires puis elle descend en une trentaine de secondes jusqu'à une température de quelques degrés, c'est la « flash pasteurisation ».

### **2.2.2.4. Transport**

Le pur jus pasteurisé peut être conditionné sur le site de production juste après le traitement thermique, comme cela se pratique beaucoup en Espagne. Il peut également être entreposé jusqu'à 12 mois dans des réservoirs aseptiques munis d'un système de réfrigération ou encore transporté après fabrication en camions citerne (réfrigérés ou non) vers les usines de conditionnement.

## **2.2.3. Procédé de fabrication du jus d'orange à base de concentré :**

### **2.2.3.1. Pasteurisation après extraction et raffinage**

Pour la fabrication du concentré, le jus est extrait comme décrit dans les paragraphes 1.3.2.1. et 1.3.2.2. La pasteurisation est ensuite également le plus souvent une flash-pasteurisation (environ 95°C pendant une trentaine de secondes) puis la descente de température est plus longue que pour le pur jus, de l'ordre de 10 minutes et le jus n'est pas complètement refroidi, il reste chaud jusqu'à l'étape suivante de concentration.

### 2.2.3.2. Concentration et congélation

La concentration et la congélation du concentré ont lieu sur les sites de production (Brésil, Etats-Unis) après l'étape de pasteurisation. L'opération de concentration consiste à éliminer environ 80 % de l'eau contenue dans le jus, en altérant le moins possible les pulpes ainsi que les composés d'arôme. Le procédé le plus couramment utilisé est la concentration par les effets combinés de la chaleur et du vide (évaporation) dans des échangeurs thermiques qui séparent les vapeurs formées du produit liquide concentré. Cette technologie d'évaporateurs est connue sous le nom de TASTE (Thermally Accelerated Short Time Evaporator) D'autres procédés sont également décrits comme la cryoconcentration (concentration par le froid) et l'osmose inverse. L'osmose inverse est un procédé de séparation en phase liquide par perméation à travers des membranes semi-sélectives sous l'effet d'un gradient de pression. Ces procédés sont connus pour être plus respectueux de la qualité du jus mais ils restent 2 à 3 fois plus coûteux (FOX 2000).

Les arômes étant très volatils, ils sont rapidement entraînés avec l'eau d'évaporation. Cet effet d'entraînement à la vapeur provoque un appauvrissement très net de la solution concentrée en composés d'arôme. Pour pallier ce problème, les concentrateurs sont équipés de récupérateurs d'arômes : les composés d'arôme du jus extraits avec la vapeur sont séparés par distillation et concentrés.

Les concentrés de jus d'orange obtenus sont d'abord refroidis rapidement jusqu'à 0°C, puis congelés dans des échangeurs de chaleur; la masse pâteuse obtenue est refroidie à -40°C, puis entreposée à une température ne dépassant pas -18°C.

La plupart des concentrés congelés de jus d'orange ainsi obtenus ont des degrés Brix de 65 à 66,5°, le jus de départ ayant un Brix d'environ 11-12°. Le degré Brix exprime la quantité de sucres : 1 degré Brix est défini par une teneur de 1 g de saccharose dans 100 g d'eau (% massique). Le degré Brix est mesuré par réfractométrie. La déviation de l'angle lumineux est rapportée à la teneur en éléments solubles présents dans le milieu (sucres, acides organiques, alcools...). Les sucres étant très majoritaires dans les oranges, l'indice réfractométrique est converti par approximation à la teneur en sucres dans le milieu.

### 2.2.3.3. 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'échanges commerciaux. Le concentré est ensuite chargé dans des bateaux et traverse les océans, comme

par exemple du Brésil vers l'Europe. En Europe, un nouvel acheminement du concentré 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.

#### **2.2.4. Conditionnement**

##### **2.2.4.1. Pur jus d'orange**

Du fait des nombreuses étapes de transport, les usines de conditionnement effectuent une nouvelle étape de pasteurisation du jus avant le conditionnement. Deux types de pur jus peuvent donc être distingués, les jus ayant été conditionnés sur place et qui n'ont subi qu'une étape de pasteurisation et les jus conditionnés sur un autre site qui subissent deux traitements de pasteurisation. Les deux procédés de conditionnement aujourd'hui utilisés chez le conditionneur après la flash-pasteurisation sont :

- le remplissage à chaud,
- le remplissage aseptique à froid.

Lors du remplissage à chaud, après la flash-pasteurisation le jus est refroidi jusqu'à 82-85°C. Il est introduit immédiatement à cette température dans les récipients, ceux-ci sont aussitôt fermés, retournés ou agités de sorte que le liquide chaud vienne au contact de toute la surface intérieure du récipient et l'aseptise.

Le remplissage aseptique à froid est une autre technique de remplissage qui consiste à refroidir le jus jusqu'à température ambiante (17-22°C) après la flash-pasteurisation et à remplir et fermer les récipients en conditions aseptiques. L'opération dure entre 20 et 30 minutes entre le remplissage et le refroidissement. Les bouteilles ont au préalable été décontaminées par lavage avec une solution de peroxyde d'hydrogène ou d'acide péracétique puis rinçage à l'eau.

##### **2.2.4.2. Jus à base de concentré**

Le concentré est transporté vers un autre site avec des camions non aseptiques. Chez le conditionneur, une nouvelle pasteurisation est donc indispensable pour éliminer tout risque microbiologique. Cette pasteurisation a lieu après ré-aromatation avec une phase huileuse et une phase aqueuse. La phase huileuse est réincorporée dans le concentré qui est ensuite dilué avec de l'eau pour revenir à un degré Brix de 11-12. Une phase aqueuse est alors ajoutée, le jus est dégazé puis pasteurisé pendant environ 30 s vers 95°C dans le cas d'une flash-pasteurisation.

Les deux procédés de conditionnement aujourd'hui utilisés chez le conditionneur après la flash-pasteurisation sont, comme pour le pur jus, soit le remplissage à chaud soit le remplissage aseptique à froid. Ainsi, les procédés d'élaboration des jus de fruits qui viennent d'être décrits montrent que les fruits subissent un premier traitement thermique pour passer du stade « fruits » au stade « jus de fruits ». Ensuite, ces jus doivent subir d'autres traitements pour permettre leur conservation et leur conditionnement et garantir leur qualité microbiologique jusqu'à l'instant de consommation. Ceci est particulièrement le cas pour le jus à base de concentré. Ces traitements multiples vont affecter la qualité du jus d'orange, qui va ensuite être conservé plusieurs mois.

### **2.2.5. Emballage:**

L'évolution des emballages, des conditionnements et de leurs mécanisations associées s'effectue à rythme très rapide, ceci est particulièrement vrai dans le secteur des boissons. De façon générale, dans le domaine alimentaire un emballage de qualité est un emballage qui permet au prescripteur de disposer au stade de l'utilisation des denrées alimentaires aussi proche que possible, de leur état initial en sortie de fabrication. (MULON et BUREAU, 1998).

Lors de stockage et de la conservation des boissons non alcoolisées, certains agents extérieurs sont susceptibles d'affecter la qualité organoleptique tels que la lumière, la température, le gaz, l'humidité les microorganismes. L'emballage a pour rôle de limiter ou de ralentir ces dégradations. Il a aussi un but commercial, servant à l'information et à l'incitation à la vente. (RULLIER, 1997).

#### **2.2.5.1. L'emballage carton complexe TETRA PACK : Association Plastique / Carton / Aluminium :**

Exemple de composition d'un emballage parallélépipédique complexe pour liquides alimentaires (Tetra Pack) : milieu extérieur - polyéthylène - carton - polyéthylène - aluminium - polyéthylène - liquide alimentaire. Le polyéthylène permet le scellage et protège le décor, le carton assure la rigidité et supporte le décor, la deuxième couche de polyéthylène permet une séparation facile des composants au cours des opérations de recyclage, l'aluminium est une barrière aux gaz et à la lumière et la troisième couche de polyéthylène permet le scellage et est au contact de l'aliment.

L'association du carton, du polyéthylène et de l'aluminium est à la base de l'emballage des liquides alimentaires, ces 3 matériaux apportant l'ensemble des qualités requises pour ces types de produits.

Les emballages Tetra Pack apportent des avantages aux industriels, aux distributeurs et aux consommateurs sur le plan de la technicité, de la productivité, de la qualité, et de la santé. Ils sont utilisés pour l'emballage du jus fruit, lait UHT, du beurre, des yaourts, des soupes, des feta... (MULTON, BUREAU et al, 1998).

### 2.2.5.2. Les caractéristiques de l'emballage tétra pack :

- Matériau protégeant le produit vis-à-vis des agents extérieurs :

Il doit isoler le produit de la lumière, de l'air, des gaz et odeurs de l'ambiance extérieurs.

- Prix aussi bas que possible :

Il est obtenu par différente méthode dont la sélection des matières première, la planification de la production, l'utilisation de la machine à haut rendement et la maîtrise de la qualité.

- Matière de conditionnement facilement stérilisant :

Une surface plane est beaucoup plus facile à stérilisé qu'une surface comportant de recoins difficilement accessible, cela constitue une sécurité.

- Pollution la plus faible possible :

Le matériau doit être facile à détruire sans former de composés toxiques, mais aussi ne pas réclamés.

- Emballage le plus léger possible :

Le coefficient massique étant : 100 poids de l'emballage 1 poids de produit

- tétra pack 2,5%
- bouteille en verre 3,5%
- bouteille plastique 3,9%. (MULTON, 1989).

### 2.2.5.3. Charge sur l'environnement :

Les emballages à base de carton ne figure pas parmi les principales causes de problèmes de l'environnement, mais il est important d'économiser l'énergie et les matières premières non renouvelables et de choisir les formes d'emballages qui présentent le moins possibles de problèmes sur l'environnement, évaluer cette caractéristique exige de prendre en compte de nombreux aspects. (MULTON, 1989).

#### **2.2.5.4. La Stérilisation du matériau d'emballage :**

Elle est obtenue par passage dans un bain de peroxyde d'hydrogène (solution aqueuse : H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> à 35% en Poids) à la température de 75°C puis séchage d'élimination par de l'air chauffé au-delà de 130°C (température d'ébullition de la solution de peroxyde d'hydrogène utilisée). (MULTON, 1989).

#### **2.2.5.5. Le Test de soudure:**

Deux techniques pour contrôler l'emballage tétra pack d'une boisson :

- La brochure AB Tétra pack 1991 montre comment contrôler par extension les soudures transversales (ST). Cette extension peut se faire manuellement ou avec une pince conçue à cet effet. Le principe est de placer les bords de la découpe sous les griffes et serrer les poignées. L'extension de polyéthylène ou la rupture des fibres du papier indique que la soudure est bien réalisée, une mauvaise ST est détectée dans une zone collée si petite.

- les soudures longitudinales (SL), peuvent se faire à l'aide d'une seringue contenant un liquide, la fusine par exemple qui permet de détecter la bonne soudure. (ANONYME, 2001).

#### **2.2.6. Contrôle à la fabrication :**

Au cours de l'élaboration de la boisson d'orange; plusieurs matières premières font l'objet d'un contrôle rigoureux. L'ensemble de ses contrôles sont représentés dans le Tableau N° IV.

Tableau N° IV: Contrôle des matières premières entrant dans la fabrication des Jus

La matière première	But	Domaine d'application	Paramètre
<b>Le Concentré de jus</b>	Décrire les contrôles effectués à la réception du concentré et la purée de fruits	-Concentré de jus -Purée de fruits	-Contrôle visuel de l'état et la température des véhicules. -Contrôle des futs. - Contrôle des paramètres des futs : vérification de la fermeture, la date de production/péremption. -Contrôle de condition du stockage.
<b>Contrôle du Sucre</b>	Décrire les contrôles effectués à la réception du sucre granulé	A chaque type du sucre granulé	-Contrôle visuel de l'état des sacs et véhicules. -Échantillonnage pour analyser le sucre doit être en cristaux blancs. -Examen organoleptique : Gout, Odeur, Turbidité.
<b>Contrôle des Bouchons et Pailles</b>	Décrire les modalités mise en place pour contrôler les bouchons et les pailles à la réception	Tous types des bouchons et pailles	- Emballage. - Identification des bouchons et pailles. -Contrôle visuel.
<b>Contrôle des Cartons et Bobines</b>	Décrire les modalités mise en place pour contrôler les cartons et les bobines à la réception	- Chaque types des cartons et bobines	Contrôle visuel de : -couleur lithographie. -textes imprimés. -dimensions.
<b>Contrôle d'Acide Nitrique et Soude Caustique</b>	Utiliser pour expliquer les modalités pour contrôler l'acide nitrique et soude caustique à la réception	-Acide Nitrique $\text{HNO}_3$ -la soude caustique NaOH	-Emballage -date de production/péremption, N° de lot. -% du $\text{HNO}_3/\text{NaOH}$

## **Chapitre II :**

# Composition nutritionnelle de jus d'orange

Le jus d'orange est un produit complexe dont les propriétés physiques, chimiques et sensorielles évoluent à travers le processus de fabrication. Le Tableau V représente la composition chimique moyenne de ce produit. Selon HENDRIX et REDD (1995), environ 76% de la matière sèche hydrosoluble du jus d'orange est constituée principalement par des glucides et 21% d'acides organiques, d'acides aminés, de sels minéraux, de vitamines et de lipides. Le 3% restant est constitué par un grand nombre de composés divers, dont les flavonoïdes, les composés volatils, les caroténoïdes, etc., qui ont une influence importante sur les propriétés sensorielles de ce produit.

**Tableau V. Composition chimique du jus d'orange.**

Constituant	Unité	Quantité par 100 g du jus	Moyenne	Référence
Eau	g	87.0 - 92.0	88.3	1, 3
Glucides	g	10.0 - 12.0	10.6	1, 3
Protéine (N*6.25)	g	0.58 - 1.29	0.91	4
Lipides	g	0.0 - 0.56	0.20	4
Cendres	g	0.25 - 0.48	0.35	2
Composés volatils	mg	30.0 - 45.0	37.0	1
Flavonoïdes	mg	80.0 - 118.0	99.0	4
Vitamines :				
Acide ascorbique	mg	44.5 - 68.8	55.5	2
Niacine	mg	0.13 - 0.46	0.26	4
β-carotène	mg	0.04 - 0.37	0.13	2
Acide pantothénique	mg	0.06 - 0.30	0.13	4
Thiamine (B1)	mg	0.64 - 0.96	0.76	2
Riboflavine (B2)	mg	0.01 - 0.06	0.02	4
Pyridoxine (B6)	mg	0.02 - 0.09	0.04	4

1 : ROBARDS et ANTOLOVICH, 1995.

2 : PARK *et al.*, 1983.

3 : TING, 1980.

4 : HENDRIX et REDD, 1995.

## 1. Les constituants non volatils du jus d'orange

### 1.1. Les glucides

Pour les agrumes, environ 80 % de la matière sèche hydrosoluble sont représentés par les glucides et 10 % sont constitués par les acides organiques (acide, citrique principalement) (TING, 1980). Le saccharose, le glucose et le fructose sont les principaux glucides du jus d'orange. On retrouve aussi dans ce groupe chimique des polymères à haut poids moléculaire, comme les pectines et les complexes de cellulose et hemicellulose, qui constituent une partie

de la pulpe et les fibres du jus (KLAVONS *et al.*, 1991; RANGANA, *et al.*, 1983). Ces derniers composés sont aussi largement responsables de l'opalescence du jus d'orange. Le Tableau V montre la proportion des divers glucides du jus d'orange.

Les glucides sont importants car ils sont responsables de la saveur du jus et influencent sa consistance et ses propriétés rhéologiques. De plus, ils ont une influence remarquable sur les constituants volatiles du jus. En effet, la présence de glucides modifie la perception sensorielle des arômes. AHMED *et al.* (1978a), par exemple, ont démontré que le seuil de perception sensorielle du *d*-limonène dans l'eau augmente si on y ajoute du saccharose, du glucose et du fructose à des concentrations équivalentes à celles d'un jus d'orange. Par contre, ce seuil tend à diminuer si l'eau contient une quantité en pectine similaire à celle trouvée dans un jus.

### 1.2. Les acides organiques

L'acidité du jus d'orange est due principalement aux acides citrique et malique et, à moindre mesure, à l'acide succinique (tableau VI). Cette acidité, généralement entre 0.5 et 1.1 grammes d'acide citrique par litre de jus, se traduit par un pH entre 3.0 et 3.5 (NAGY et SHAW, 1990 ; RANGANA *et al.*, 1983). Hormis son rôle fondamental dans la saveur acidulée du jus d'orange, l'acidité a une influence remarquable sur la perception sensorielle des composés volatils du jus. AHMED *et al.* (1978a) ont observé que les acides malique et citrique, à une concentration similaire à celle d'un jus d'orange, provoquent une augmentation du seuil de détection du *d*-limonène dans l'eau d'environ 30% (le *d*-limonène est l'un des composés volatils les plus abondants dans le jus d'orange). Selon SOLMS (1986), il est possible que des phénomènes de masquage soient la cause de cette diminution de la perception du *d*-limonène provoquée par les acides citrique et malique.

L'acide citrique est une molécule hautement polaire qui contient trois groupements carboxyliques et un groupement hydroxylé. Sa forme dissociée dans des solutions aqueuses est considérablement réactive vis-à-vis des composés volatils. En effet, HANSSON *et al.* (2001) ont observé que la libération d'un composé volatil, tel que le limonène ou de certains esters comme l'ethyl hexanoate, à partir d'une solution aqueuse vers la phase vapeur, est modifié par les variations de la concentration d'acide citrique dans cette solution. À des faibles concentrations (0.2 g/l), l'acide citrique favorise la diffusion des composés volatils vers la phase vapeur. Cependant, à des concentrations élevées (supérieures à 10 g/l), on assiste à des interactions entre l'acide citrique dissocié et les composés volatils qui ont comme conséquence une diminution de la concentration de ce type de composés dans la phase vapeur.

**Tableau VI Concentration et propriétés structurales des acides organiques du jus d'orange selon la variété d'orange (RANGANA *et al.*, 1983 ; SIEBERT, 1999).**

Acide organique	Variété				Propriété chimique		
	Valencia	Pinneapple	Hamlin	Navel	Masse molaire	Groupements carboxylés	Sol.
Citrique	0.22-0.98	0.30-0.36	0.17-0.70	0.56-0.72	192.1	3	50-100
Malique	0.06-0.26	0.17-0.26	0.15-0.31	0.11-0.15	134.1	2	10-50
Succinique	0.00-0.54	0.26-0.80	0.02-0.24	0.18-0.90	118.1	2	1-10

Sol. : Solubilité dans l'eau (g/100 ml).

Ces observations expliquent l'utilisation de cet acide à des faibles concentrations pour rehausser la saveur des aliments.

En général, l'intensité de la saveur acidulée des acides du jus d'orange dépend de leur concentration et de leur structure chimique. HARTWIG et MCDANIEL (1995) ont observé que le nombre de groupements carboxyliques d'un acide est inversement proportionnel à l'intensité de la saveur acidulée qu'ils manifestent. De plus, COSTETENG *et al.* (1989) ont démontré qu'il existe une corrélation positive entre le poids moléculaire et la solubilité dans l'eau des acides organiques et l'intensité de leur saveur acidulée. Ainsi, bien que l'acide citrique manifeste la plus faible solubilité et contienne le plus grand nombre de groupements carboxyliques parmi les trois acides du jus d'orange, il produit l'intensité la plus élevée car il est le plus abondant et il a le poids moléculaire le plus élevé (tableau VI).

### 1.3. Protéines et acides aminés

L'azote organique constitue entre 0.6 et 1.3% de la matière sèche du jus d'orange. Il fait partie des acides aminés, des protéines à faible poids moléculaire, des enzymes, des nucléotides, des acides nucléiques et des phosphoprotéines. Environ 70% de l'azote organique se trouve dans le jus sous forme d'acides aminés libres (RANGANA *et al.*, 1983). Le reste est reparti entre des petits peptides d'approximativement 82 kDa de poids moléculaire (SASS-KISS et SASS, 2002), des enzymes et des protéines constituant une partie de l'opalescence du jus. En fait, l'opalescence du jus d'orange est constituée des particules en suspension mesurant entre 0.4 et 5.0  $\mu\text{m}$ . Environ 50% de la masse de ces particules est constituée de protéines insolubles ou des polypeptides liés à des glucides, à des pectines, ou même aux hemicelluloses (KLAVONS *et al.*, 1991).

Le Nombre de Formol, obtenu par titration, est un indice de la concentration d'acides aminés libres dans un échantillon de jus de fruits (FRY *et al.*, 1995 ; PARK *et al.*, 1983). Dans le cas du jus d'orange, cet indice oscille entre 17.9 et 30.1 avec une valeur moyenne de 24.0 (COHEN *et al.*, 1984).

#### 1.4. Les lipides

Les huiles contenues dans le jus d'orange proviennent principalement du flavedo des oranges et y sont incorporées lors de son extraction industrielle. Les lipides provenant de l'endocarpe des oranges, c'est à dire, non originaires du flavedo, se retrouvent dans le jus à très faible concentration. Par exemple, dans 100 g de jus ayant 80 à 100 mg de lipides totaux, 4 à 6 mg proviennent de l'endocarpe (NAGY et SHAW, 1990). Cela indique qu'au moins, 90% des huiles du jus proviennent du flavedo des oranges. La matière lipidique du jus est composée surtout d'acides gras : acide linoléique (27.8 à 35.2%), acide oléique (24.1 à 26.7%), acide palmitique (21.2 à 23.3%), on retrouve aussi de faibles proportions d'acides palmitoléique et linoléique (RANGANA *et al.*, 1983 ; ARENA *et al.*, 1998). Les lipides jouent un rôle essentiel dans la saveur du jus d'orange non fait à base de concentré, car ils constituent le milieu où sont solubilisés la majorité des composés volatils.

#### 1.5. Sels minéraux

La concentration totale des sels minéraux du jus d'orange dépend fondamentalement de l'origine géographique des oranges (ROBARDS et ANTOLOVICH, 1995). Ainsi, les jus d'orange provenant d'une même région ont des teneurs en cendres totales qui ne varient que très peu, tandis que les teneurs en cendres des jus préparés à partir d'oranges de régions géographiques différentes sont très variables (tableau VII). Bien que le jus d'orange contienne un grand nombre de minéraux à l'état de trace, le potassium est le minéral le plus abondant dans ce produit. Sa concentration, ainsi que celles du sodium, du magnésium et du calcium dépendent de la période de récolte des matières premières. En général, la teneur en minéraux des oranges a tendance à diminuer à mesure que la saison avance (PARK *et al.*, 1983).

La contribution des sels minéraux à la saveur du jus d'orange n'est pas très bien élucidée. Cependant, on peut établir que leur rôle dans cette propriété sensorielle est généralement positif. ROUSSEF et NAGY (1987), par exemple, ont observé une corrélation positive hautement significative entre la teneur en Potassium et le degré de préférence d'un jus d'orange par les consommateurs.

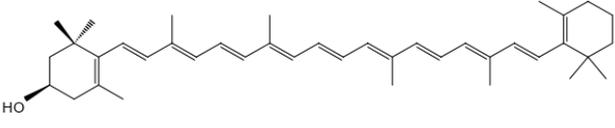
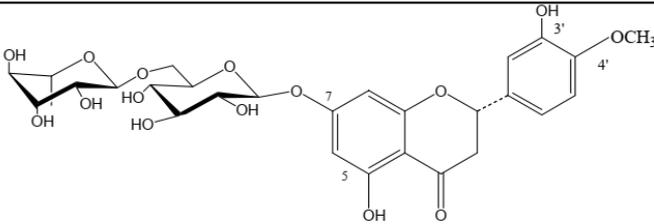
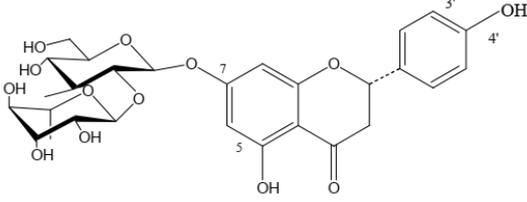
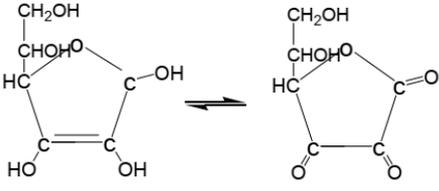
**Tableau VII : Composition minérale du jus d'orange selon son origine géographique (en mg/100 ml) (ROBARDS et ANTOLOVICH, 1995).**

Élément	Floride	Brésil	Autres
Potassium	152.0 – 266.0	203.0 - 302.7	124.5- 246.5
Phosphore	12.4 – 24.0	15.5 - 30.8	10.4 - 30.9
Magnésium	9.5 – 14.0	10.7 – 17.0	8.2 - 15.5
Calcium	6.7 – 12.3	7.7 – 12.0	8.7 – 15.0
Sodium	0.30 - 0.90	0.09 - 2.6	0.25 – 4.33
Fer	0.06 - 0.56	0.08 - 0.75	0.11 - 0.85
Bore	0.06 - 0.18	0.06 - 0.26	0.10 - 0.51
Zinc	0.02 - 0.05	0.03 - 0.05	0.02 - 0.05
Cuivre	0.02 - 0.05	0.02 - 0.04	0.01 - 0.04
Rubidium	0.03 - 0.07	0.26 - 0.67	0.06 - 0.37
Manganèse	0.02 - 0.03	0.02 - 0.08	0.02 - 0.09

### 1.6. Les antioxydants

Le jus d'orange est une source importante de composés caractérisés par une activité antioxydante et reconnus comme bénéfiques pour la santé humaine. Il contient des teneurs élevées en caroténoïdes comme le  $\beta$ -carotène (précurseur de la vitamine A), en acide ascorbique et en flavonoïdes (tableau VIII). GARDNER *et al.* (2000) ont mesuré la contribution de ces différents composés à l'activité antioxydante globale du jus. L'acide ascorbique représentait entre 65 et 100 % de l'activité anti-oxydante globale. Ce résultat a été confirmé par GILLZQUIERDO *et al.* (2002) qui ont montré que 77 à 96 % de l'activité anti-oxydante globale était due à la vitamine C et par SANCHEZ-MORENO *et al.* (2003) avec un pourcentage de 99 %. La vitamine C est donc un marqueur important de la qualité nutritionnelle du jus. Sa stabilité va dépendre du procédé et du stockage ainsi que de l'influence des autres constituants présents dans le jus. Pour le jus d'orange par exemple, les teneurs en polyphénols totaux varient de 48 à 109 mg/ 100 ml suivant qu'il s'agisse de variété blonde ou sanguine. En effet, les oranges sanguines sont riches en anthocyanes alors que les oranges blondes n'en contiennent pas.

Tableau VIII. Principales molécules antioxydantes étudiées des jus d'agrumes

FAMILLE	SOUS-FAMILLE	NOM ET STRUCTURE DU COMPOSÉ ÉTUDIÉ	AGRUMES
Caroténoïde	Xanthophylle	 β-cryptoxanthine	<b>Mandarine<sup>a</sup></b> (10 -17mg/L)  <b>Orange<sup>b</sup></b> (1.5-2.4 mg/L)
Polyphénols	Flavonoïdes (Flavanones)	 Hespéridine	<b>orange<sup>c</sup></b> (235-407mg/L)
		 Naringine	<b>Pomelo<sup>d</sup></b> (113-481mg/L)
Vitamine	Vitamine C	 Acide ascorbique –Acide déhydroascorbique	<b>Orange</b> 500 mg/L) <b>Mandarine<sup>e</sup></b> 420 mg/L) <b>Pomelo</b> 380 mg/L)

<sup>a</sup>(Fanciullino *et al.*, 2006) ; <sup>b</sup>(Sanchez-Moreno *et al.*, 2003); <sup>cd</sup> (Tomas-Barberan & Clifford, 2000); <sup>e</sup>(Perez *et al.*, 2005).

## 2. Composés volatils de jus d' orange

Parmi les jus de fruits, le jus d'orange occupe une place de premier rang dans les préférences des consommateurs grâce à son délicat arôme et, de manière générale, à ses propriétés sensorielles exceptionnelles. Plusieurs études ont suggéré que la flaveur typique de ce jus est le résultat d'une combinaison de plusieurs composés volatils se trouvant à des proportions équilibrées (SHAW, 1991). Jusqu'à présent, plus de 200 composés volatils ont été identifiés dans des jus d'orange fraîchement extraits (BUETTNER et SCHIEBERL, 2001b).

La concentration et la diversité des composés volatils du jus d'orange varient selon les caractéristiques intrinsèques des oranges, comme la variété et le degré de maturité (MACCARONE *et al.*, 1998), la méthode d'extraction du jus (MOSHONAS et SHAW, 1994), les traitements de stabilisation enzymatique et microbienne (MOSHONAS et SHAW, 1997) et les conditions d'entreposage (type d'emballage, temps et température d'entreposage, etc.)

Le profil des composés volatils d'un jus d'orange pressé de manière industrielle est constitué par des composés provenant de trois sources : la phase aqueuse du jus, les lipides propres du jus et les huiles provenant du flavedo des oranges (MOSHONAS et SHAW, 1994). En outre, on connaît depuis des années la contribution des réactions chimiques et enzymatiques à l'enrichissement du profil des composés volatils du jus d'orange. Le limonène, particulièrement, représente un substrat pour la synthèse de plusieurs composés améliorant ou détériorant la saveur du jus d'orange. D'autre part, les acides gras, comme l'acide linoléique ou linoléique sont responsables de la synthèse enzymatique de l'hexanal et d'autres aldéhydes à courte chaîne (BUETTNER et SCHIEBERLE, 2001c).

Le profil des composés volatils du jus d'orange est donc de nature complexe à cause du grand nombre de composés propres au jus mais surtout, à cause des composés ajoutés par les huiles du flavedo.

En effet, environ 85% de la teneur totale en composés volatils dans le jus est composé d'une dizaine de constituants. On y retrouve de l'éthanol, du méthanol, du limonène, du valencène, de l'acétaldéhyde, de l'éthyl butyrate, du 3-hydroxy ethyl hexanoate, du  $\beta$ -myrcène, du linalool et de l' $\alpha$ -pinène. Le 15% restant est constitué de plus d'une centaine de composés différents (SHAW, 1986). Néanmoins, ils constituent une partie essentielle du jus d'orange car ils seraient responsables des caractéristiques sensorielles exceptionnelles de ce produit. Chacun d'entre eux, contribue à la saveur du jus avec un arôme spécifique qui peut être plus ou moins agréable, intense et/ou persistant (NISPEROS-CARRIEDO et SHAW, 1990b)

### **3. Variation des composés nutritionnels des jus en fonction des facteurs technologiques**

#### **3.1. Les jus de fruits commerciaux transformés**

Le point commun à la fabrication des jus de fruits commerciaux transformés est le traitement thermique qui consiste généralement en une pasteurisation (et une évaporation pour les concentrés). Ce traitement thermique est la méthode la plus utilisée pour la conservation des jus de fruits. Elle vise à inhiber le développement de micro-organismes et à inactiver les

enzymes (comme la pectine méthylestérase) qui pourraient altérer le produit ou le rendre impropre à la consommation (CHEN, 1993). Ce traitement thermique varie de quelques secondes à quelques minutes pour des températures allant de 70 à 90°C selon qu'il s'agisse d'une flash-pasteurisation ou d'une pasteurisation classique. La technique industrielle de concentration des jus consiste en une série d'évaporations sous pression réduite ou le jus est chauffé de 55 à 96 °C pendant plusieurs minutes (CHEN, 1993).

### 3.2. Impact des traitements technologiques sur les composés nutritionnels des jus

La transformation et le stockage des jus sont indispensables pour prolonger la durée de vie de ces aliments. Cependant, ces procédés peuvent être à l'origine de dégradations ou de pertes de composés nutritionnels importants tels que les vitamines, les caroténoïdes ou encore les non-nutriments comme les polyphénols.

#### 3.2.1 La stabilité des vitamines dans les jus de fruits

La stabilité des vitamines dans les jus de fruits dépend de plusieurs facteurs : température, pH, oxygène, lumière, acides et la présence d'ions métalliques. Les principales réactions de dégradation sont l'oxydation, l'hydrolyse ou la réduction. Le Tableau IX extrait de BELLIOT (2003), donne une estimation des pertes occasionnées au cours de la fabrication et du stockage des jus de fruits. Les pertes dues au processus de fabrication (incluant la pasteurisation) sont relativement faibles comparativement aux pertes observées au cours du stockage.

**Tableau IX.** Stabilité des vitamines dans les jus de fruits

Vitamines	Pertes à la fabrication (%)	Pertes au stockage* (%)
β-carotène, E, B <sub>2</sub>	< 10	10 à 20
B <sub>1</sub> , B <sub>6</sub> , B <sub>12</sub>	5 à 20	10 à 20
B <sub>5</sub> , B <sub>9</sub>	5 à 20	40 à 60
C	5 à 20	30 à 60

\* Stockage température ambiante à l'obscurité (1 an à 20-25°C).  
(Belliot, 2003)

Il s'avère d'une manière générale, que les teneurs en β- carotène soient peu affectées par le traitement de pasteurisation.

La vitamine C, réputée pour être typiquement thermosensible, subit cependant de faibles pertes pendant la pasteurisation. GIL-IZQUIERDO *et al.* (2002) ont mesuré les teneurs en vitamine C d'un jus d'orange avant et après pasteurisation à l'échelle industrielle et n'ont pas

observé de pertes après traitement à 95°C pendant 30s. Plus récemment, SANCHEZ-MORENO *et al.* (2005) rapportent qu'une pasteurisation faible (70°C/30s) n'occasionne pas de pertes en vitamine C et qu'une forte pasteurisation (90°C/1min) entraîne environ 8 % seulement de pertes significatives.

La conservation et donc le stockage, sont bien plus dommageables pour les vitamines que l'effet du traitement thermique lui-même comme la pasteurisation. Dans les milieux liquides comme les jus de fruits, l'oxygène dissous est le principal facteur responsable de l'oxydation des vitamines ; les autres facteurs sont la température, la lumière et la présence d'ions métalliques (BELLIOT, 2003). SOLOMON *et al.* (1995) ont observé que dans les jus d'orange désaérés stockés 30 jours dans des récipients non étanches, la vitamine C avait disparu en même temps que la concentration en oxygène dissous avait augmenté. En revanche si la fermeture du récipient était étanche, la perte en vitamine C n'était que de 27 %.

La dégradation des vitamines dans les jus de fruits dépend des précautions prises lors du procédé technologique, en particulier limiter l'incorporation de l'oxygène lors des étapes de fabrication (pressage, agitation et mise en bouteille). Pour les jus à base de concentré, la qualité de l'eau est également importante avec notamment la présence d'ions et d'oxygène dissous. Enfin, la température et la durée de stockage semblent être les facteurs les plus critiques favorisant la dégradation des vitamines.

### 3.2.2 Les micronutriments non-essentiels dans les jus de fruits

Contrairement aux caroténoïdes provitaminiques A, les autres caroténoïdes et en particulier certains xanthophylles sont très sensibles à la température et des pertes importantes sont constatées lors de la pasteurisation. LEE et COATES, (2003) ont observé des pertes de 46 % en violaxanthine et une forte isomérisation de ce caroténoïde (fonction époxyde 5, 6' en 5, 8') lors d'une pasteurisation de 90°C pendant 30 s. Parallèlement d'autres auteurs indiquent 38 % de pertes en violaxanthine, et 20 % en lutéine lors des procédés de pasteurisation et deconcentration. Par ailleurs, la pasteurisation peut parfois augmenter les teneurs de certains caroténoïdes. Dans l'étude récente de SANCHEZ-MORENO *et al.* (2005), les teneurs en zéaxanthine augmentent de 37 % quand les teneurs en lutéine baisse de 23 % après pasteurisation. Le lycopène des jus ne semble pas affecté par la pasteurisation (LEE et COATES, 1999) mais subit une légère isomérisation dans les jus de tomate (SHI et LE MAGUER, 2000). Le lycopène étant plus fragile que le  $\beta$ -carotène, son isomérisation peut se poursuivre pendant le stockage des jus comme l'avait précédemment rapporté Padula &

RODRIGUEZ-AMAYA (1987) dans les jus de goyave. Peu de données nous informent sur la stabilité des flavonoïdes dans les jus de fruits.

Récemment, SANCHEZ-MORENO *et al.* (2005) remarquent la stabilité de l'héspéridine par rapport à la narirutine (16 % de pertes) dans des jus d'orange pasteurisés. Auparavant, GIL-IZQUIERDO *et al.* (2002) avaient observé que si la pasteurisation et la concentration ne modifiaient pas la teneur en flavonoïdes des jus d'orange, la congélation et la décongélation entraînaient par contre des pertes non négligeables de ces composés (39 % en héspéridine). A cause de la précipitation des flavanones dans les fractions troubles des jus au cours de la congélation, les pertes de ces composés se produisent à la décongélation. Par ailleurs, les anthocyanes des jus apparaissent beaucoup plus sensibles aux traitements technologiques. Une étude cinétique de KIRCA *et al.* (2003) indique 70 % de pertes d'anthocyanes après 2 h de chauffage à 90°C dans des jus d'orange sanguines. Récemment, la fragilité de ces pigments phénoliques hydrophiles des oranges sanguines a été mise en évidence lors de stockage des jus et la réduction des teneurs en anthocyanes a entraîné la diminution de l'activité antioxydante (FIORE *et al.*, 2005).

#### 4. Effet santé des jus d'agrumes – rôle des antioxydants.

De nombreuses études épidémiologiques ont montré l'importance de la consommation de fruits en général et d'agrumes en particulier dans la prévention des pathologies majeures tels que cancers, maladies cardiovasculaires ou les maladies neurodégénératives. Les nombreuses propriétés biologiques des agrumes ont été également mises en évidence *in vitro*, chez l'animal et chez l'homme lors d'études cliniques. Plusieurs composés antioxydants tels que la vitamine C, les polyphénols et les caroténoïdes pourraient jouer un rôle important dans ces effets.

Les jus d'agrumes ont la particularité d'être des aliments riches en micronutriments (vitamines), essentiels au bon fonctionnement de l'organisme au même titre que les oligoéléments, et également en micronutriments non-essentiels (polyphénols et caroténoïdes non-provitaminiques). Ces micronutriments non-essentiels sont des composés qui n'ont pas encore été reconnus comme indispensables au bon fonctionnement de l'organisme. Les structures des principaux micronutriments et microconstituants d'intérêt des jus d'agrumes (vitamine C, flavonoïdes,  $\beta$ -cryptoxanthine) sont présentés dans le Tableau VIII. En effet, dans la littérature les nombreuses propriétés biologiques des agrumes sont en grande partie attribuées à la vitamine C et aux flavonoïdes avec néanmoins quelques données sur la  $\beta$ -cryptoxanthine, caroténoïde principalement apporté par les agrumes (O'NEILL *et al.*, 2001).

#### 4.1. Effet santé des caroténoïdes :

Quelques études visent à démontrer la relation entre consommation de fruits riches en  $\beta$ -cryptoxanthine, en l'occurrence les agrumes, et l'incidence de certaines maladies telles que les cancers et les maladies cardiovasculaires (MCV). La  $\beta$ -cryptoxanthine, outre son rôle provitaminique A, serait une molécule protectrice vis-à-vis de ces maladies par ces propriétés antioxydantes. L'étude de JIANE *et al.* (2005) conclut que les apports de caroténoïdes des fruits d'une manière générale sont inversement corrélés au risque de développer un cancer de la prostate. La  $\beta$ -cryptoxanthine apportée par les agrumes ou le lycopène des tomates semblent avoir les mêmes effets protecteurs.

Pour les deux autres études (Mannisto *et al.*, 2004 ; YUAN *et al.*, 2003) sur le cancer du poumon, les résultats suggèrent que seule la  $\beta$ -cryptoxanthine et non les autres caroténoïdes (apportée par une consommation d'agrumes) exerce un effet protecteur vis-à-vis du cancer du poumon.

Enfin, l'étude de Howard *et al.* (1996) compare les populations de Toulouse et Belfast par rapport à l'incidence des MCV et conclut que les toulousains grâce à l'apport plus important de  $\beta$ -cryptoxanthine (agrumes) dans leur alimentation sont moins exposés aux risques de MCV que les habitants de Belfast dont le régime alimentaire est plus faible en apport de  $\beta$ -cryptoxanthine.

#### 4.2. Effet santé des flavonoïdes :

D'après un rapport de l'organisation mondiale de la santé datant de 2003, les études épidémiologiques concernant les flavonoïdes indiquent que la prévention des risques de maladie est considérée comme "possible" pour les MCV et "insuffisant" pour les cancers (SCALBERT *et al.*, 2005). Très récemment, une équipe italienne (ROSSI *et al.*, 2007) a montré une corrélation inverse entre l'apport de jus d'agrumes et le risque de développer un cancer de l'œsophage, la synergie entre flavanones et vitamine C étant suggérée.

Lors d'une étude d'observation, une plus grande consommation de pomelos était associée à une diminution de l'incidence du cancer du poumon (LE MARCHAND *et al.*, 2000). Une association similaire a été observée entre consommation de naringine et incidence du cancer du poumon.

#### 4.3. Effet santé de la vitamine C :

De nombreuses études épidémiologiques permettant de dire que la réduction du risque de maladies cardiovasculaires et cancers par l'apport d'une supplémentation en vitamine C est

probable, bien que l'effet soit plus convaincant chez des populations présentant un faible statut au départ (GERBER, 2000). Cependant, les études reliant l'apport alimentaire de vitamine C à la consommation d'agrumes sont plus rares. Les travaux de TAYLOR *et al.* (2000) indiquent que de faibles apports en fruits riches en vitamine C et en particulier en agrumes et jus d'agrumes entraînent des carences en vitamine C. Par ailleurs, il a été démontré que la consommation de pomelos améliorerait le statut plasmatique en vitamine C des personnes atteintes de maladies periodontales (STAUDTE *et al.*, 2005). Dans l'étude de LOWE *et al.* (2003), la concentration plasmatique en vitamine C suite à l'apport d'agrumes est inversement corrélée aux MCV associés aux paramètres inflammatoires et thrombotiques.

# Partie expérimentale

# *Matériel et méthodes*

### 1. Matériel végétal :

Notre travail réalisé au niveau des laboratoires d'analyses physicochimiques et microbiologiques de l'INSFP ; Ksar Elboukhari, Wilaya de Médéa (figure 4) ; a porté sur la caractérisation de quelques marques de jus d'orange locales.



**Figure n° 4: Laboratoire d'analyses physico-chimiques**

L'étude est portée sur cinq marques ; Candia, Daily, N'gaous, Rouïba et Excellence (figure 5). L'échantillonnage a été effectué au niveau de la daïra de Ksar Elboukhari chez des commerçants de détail, choisis au hasard, pour cela, nous avons réalisé cinq prélèvements pour chaque marque. Les caractéristiques des échantillons de jus d'orange prélevés sont portées sur le tableau X



**Figure n° 5: Marques de jus d'orange étudiées.**

Tableau n° X : Caractéristiques des échantillons de jus d'orange prélevés :

Caractéristiques Marques	N°	Nature	emballage	Fabrication	Expiration	Prélèvement	Analyse
Candia	01	Concentrée d'orange	Tétra pack	04/11/2017	03/11/2018	Février /Mars 2018	Mars 2018
	02			29/01/2018	28/01/2019		
	03			16/02/2018	15/02/2019		
	04			17/02/2018	16/02/2019		
	05			18/02/2018	17/02/2019		
Daily	01	Concentrée d'orange	Tétra pack	10/01/2018	09/01/2019	Février /Mars 2018	Mars 2018
	02			02/02/2018	01/02/2019		
	03			03/02/2018	02/02/2019		
	04			08/03/2018	07/03/2019		
	05			09/03/2018	08/03/2019		
N'gaous	01	Concentrée d'orange	Tétra pack	17/05/2017	16/05/2018	Février /Mars 2018	Mars 2018
	02			19/12/2017	18/12/2018		
	03			07/02/2018	06/02/2019		
	04			25/02/2018	24/02/2019		
	05			20/03/2018	19/03/2019		
Rouiba	01	Concentrée d'orange	Tétra pack	26/09/2017	25/09/2018	Février /Mars 2018	Mars 2018
	02			28/09/2017	27/09/2018		
	03			08/11/2017	07/11/2018		
	04			19/03/2018	18/03/2019		
	05			22/03/2018	21/03/2019		
Excellence	01	Orange pure	Tétra pack	22/08/2017	21/08/2018	Février /Mars 2018	Mars 2018
	02			23/08/2017	22/08/2018		
	03			24/08/2017	23/08/2018		
	04			25/08/2017	24/08/2018		
	05			13/12/2017	12/12/2018		

## 2. Méthodes d'analyses :

### 2.1. Analyses physico-chimiques :

#### 2.1.1. Détermination du pH :

La détermination de potentiel Hydrogène pH a été effectuée conformément à la norme AFNOR (NF V 05-108, 1970). Le principe de la méthode consiste en la mesure de l'acidité ou la basicité d'une eau. Le pH interfère avec d'autres paramètres de la qualité dans les complexes réactions chimiques : dureté, alcalinité, turbidité, conductivité (SAVARY, 2010).

La détermination du pH est réalisée à l'aide d'un pH-mètre. Ce dernier est équipé d'une sonde de température et une sonde de pH. Il doit être étalonné chaque fois avant de commencer l'analyse.

#### Expression des résultats :

Lecture directe de la valeur du pH sur le pH-mètre. (ANNEXE 1).

#### 2.1.2. Détermination de l'Acidité titrable :

C'est la concentration des acides dans les aliments, tels que les acides acétique, citrique, lactique, tartrique et malique, pour le jus de fruit, la méthode utilisée est celle décrite par la norme AFNOR (NF V 05-101, 1974) dont le principe est le suivant :

Titration d'une prise d'essai à l'hydroxyde de sodium jusqu'à un virage à un pH de 8,1 ou en présence de l'indicateur coloré phénolphthaléine jusqu'à l'obtention d'une coloration rose persistant pendant 30s.

#### Expression des résultats :

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

$$\text{Acidité} = V \cdot 2,0, 7 \text{ g/l}$$

0,7 : facteur d'acide citrique monohydrate. (ANNEXE 2).

#### 2.1.3. Détermination de l'extrait sec soluble °Brix:

Le degré Brix exprime le pourcentage de la concentration des solides solubles (TSS) contenus dans un échantillon. Ces solides solubles représentent le total de tous les solides dissous dans l'eau incluant : les sucres, alcools, les sels, protéines, acides,... etc.

Le taux de solides solubles (TSS), exprimé en degré Brix, est déterminé conformément à la norme AFNOR (NF : T 60-212, 1984) et à la norme AOAC (AOAC, 2002). Dont le principe est :

Mesurer à l'aide d'un réfractomètre le Degré Brix, à une température constante ; quelques gouttes de l'échantillon sont étalées sur le prisme du réfractomètre, puis le taux de

résidu sec soluble est lu sur l'échelle de cet appareil à l'intersection des zones claires et sombres.

**Expression des résultats :**

La lecture directe, sur le réfractomètre. Prendre comme résultats, la moyenne arithmétique de deux Déterminations. (ANNEXE 3).

**2.1.4. Détermination de la densité:**

La détermination de la densité a été effectuée conformément à la méthode décrite par GACHOUT (1955). Le principe de la méthode consiste en la mesure de la densité à l'aide d'un densimètre, ce dernier s'enfonce plus au moins profondément dans le liquide suivant la densité de celui-ci. (ANNEXE 4)

**Expression des résultats :**

Lire la valeur indiquée par la surface de séparation de jus avec le densimètre.

**2.1.5. Détermination de la teneur en eau :**

La teneur en eau est définie comme étant la perte de poids subie lors de la dessiccation (AUDIGIE et al, 1978).

La détermination de la teneur en eau et matières volatiles a été effectuée conformément à la norme AFNOR (NF : 04-207,1970). Le principe repose sur la dessiccation d'une denrée alimentaire par évaporation de l'eau sous forme absorbée ou adsorbée. Pesée du résidu. (ANNEXE 5).

**Expression des résultats :**

La teneur en eau et en matières volatiles exprimée en pourcentage en masse est calculée selon la formule suivante

$$H (\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$$

Où :

$m_0$  : est la masse, en grammes, de la capsule.

$m_1$  : est la masse, en gramme, de la capsule et de la prise d'essai.

$m_2$  : est la masse, en grammes, de la capsule et du résidu après chauffage.

**2.1.6. Détermination de la teneur en cendres :**

Le dosage des cendres est basé sur la destruction de toute matière organique sous l'effet de température élevée ( $500 \pm 25 \text{ C}^\circ$ ) (LINDEN, 1981).

La détermination de la teneur en cendres a été effectuée conformément à la norme AFNOR (NF V 05-113,1972).

Il s'agit de molécules complexes constituées majoritairement des éléments C, H, O et N. Un chauffage puissant au four à 500°C permet la destruction et l'élimination totale des matières organiques qui se trouvent totalement dégradées en matières minérales qui s'échappent du creuset sous forme gazeuse, c'est la **minéralisation** :



Il reste alors dans le creuset les sels minéraux sous forme de cendres blanches. (ANNEXE 6)

**Expression des résultats :**

$$MO\% = \frac{(M1-M2)}{P} \times 100$$

Soit :

MO% : matière organique.

M1 : masse des capsules + prise d'essai

M2 : masse des capsules + cendres.

P : masse de la prise d'essai.

La teneur en cendres (Cd), exprimée en %, est calculée comme suit :

$$Cd\% = 100 - MO$$

C<sub>0</sub> ; Concentration en vitamine C ;

V<sub>0</sub> : volume de la prise d'essai

C<sub>1</sub> : Concentration I<sub>2</sub> ;

V<sub>1</sub> : Volume I<sub>2</sub>

C<sub>2</sub> : Concentration Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ,5H<sub>2</sub>O ;

V<sub>2E</sub> : volume equivalent Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ,5H<sub>2</sub>O

## 2.1.7. Détermination de la Teneur en Sucres :

### 2.1.7.1. Détermination de la teneur en sucres totaux :

Les sucres totaux ont été déterminés par titrage indirecte par iodometrie en appliquant les méthodes décrites par EASTON et MACK, 1980 ; BUCAREST et Al., 1993 ; BRITISH, 1988 ; CHRISTEL BERTOLDI, Mai 2006).

#### Principe du dosage

- **Dosage du glucose libre** : Le glucose fait partie des composés appelés oses. Il comporte une fonction aldéhyde : C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>O<sub>5</sub> - CHO. Pour cette raison le glucose est réducteur : couple (acide gluconique / glucose) ou en milieu basique (ion gluconate / glucose).

Le glucose sera dosé par une solution de diiode en milieu basique et en excès (dosage en retour). En milieu basique le diiode se dismute car il est à la fois oxydant et réducteur.

Le diiode en excès est ensuite dosé par une solution d'ions thiosulfate.

**Remarque :** Le diiode en excès réapparaît si l'on acidifie le milieu réactionnel. En effet, on produit alors la réaction inverse de la dismutation.

L'oxydation du glucose sera réalisée dans l'**obscurité** pour éviter l'oxydation d'un autre sucre, le fructose, qui est aussi présent dans le jus.

#### Dosage du glucose total :

Le jus de fruit contient également du saccharose  $C_{12}H_{22}O_{11}$  que l'on peut hydrolyser en milieu acide en glucose et en fructose.  $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6$  (glucose) +  $C_6H_{12}O_6$  (fructose)

Par dosage du glucose libéré on déduira la quantité de saccharose présente. (ANNEXE 7).

#### Expression des résultats :

$$c_0 = \frac{2c_1 \cdot V_1 - c_2 \cdot V_{2E}}{2V_0}$$

$C_0$  : Concentration en Glucose total ;

$V_0$  : volume de la prise d'essai

$C_1$  : Concentration  $I_2$  ;

$V_1$  : Volume  $I_2$

$C_2$  : Concentration  $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$  ;

$V_{2E}$  : volume equivalent  $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$

#### 2.1.7.2. Détermination de la teneur en sucres réducteurs (Bertrand) :

Cette méthode est basée sur la détermination du volume de solution de glucose à doser, nécessaire pour réduire en totalité une prise de solution en liqueur de Fehling (NAVARRE, 1974). (ANNEXE 8).

#### Expression des résultats :

$$R = N/N' \times f$$

Ou ;

**R** : La quantité des sucres réducteurs en g/Litre

**N** : Le nombre de ml de solution de glucose à 5% utilisée

**N'** : Le nombre de ml de filtrat utiliser pour la décoloration de la liqueur de Fehling

**f** : Facteur de dilution.

### 2.1.7.3. Détermination de la teneur en saccharose :

La teneur en saccharose est obtenue par la différence entre la teneur en sucres totaux et les sucres réducteurs présents dans l'échantillon.

$$\text{Saccharose}(\%) = \text{Sucres totaux}(\%) - \text{Sucres réducteurs}(\%)$$

### 2.1.7.4. Détermination de la teneur en fructose :

La teneur en fructose est obtenue par la différence entre la teneur en glucose libre et les sucres réducteurs présents dans l'échantillon.

$$\text{Fructose}(\%) = \text{Sucres réducteurs}(\%) - \text{Glucose libre}(\%)$$

### 2.1.8. Détermination de la teneur en pulpes:

La détermination de la pulposité a été effectuée conformément à la méthode décrite par BARKATOVE et al (1979).

Consiste à la centrifugation d'un certain volume de jus et la pesée de la pulpe précipitée après égouttage de surnageant. (ANNEXE 9).

#### Expression des résultats :

$$\text{La teneur en pulpe } \% = \text{R/P} \cdot 100$$

Ou ; R : poids de la pulpe = Ru – Tu : Ru ; poids du tube après centrifugation

Tu ; poids de tube vide

P : poids de la boisson = Pu – Tu : Pu ; poids du tube rempli de boisson

### 2.1.9. Détermination de la teneur en vitamine C :

La vitamine C est déterminée par titrage indirecte par iodometrie en appliquant les méthodes décrites par EASTON et MACK, 1980 ; BUCAREST et Al., 1993 ; BRITISH, 1988 ; CHRISTEL BERTOLDI, Mai 2006).

La technique utilisée est celle du dosage redox par retour. Un volume connu d'extraits des aliments est mis en présence d'une quantité connue de diiode en excès. La totalité de la vitamine C réagit avec le diiode en excès et le diiode restant est dosé par une solution de thiosulfate de sodium Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. (ANNEXE 10)

#### Expression des résultats :

$$c_0 = \frac{2c_1 \cdot V_1 - c_2 \cdot V_{2E}}{2V_0}$$

#### 2.1.10. Détermination de la teneur en caroténoïdes totaux :

L'extraction et le dosage des caroténoïdes a été effectuée conformément aux méthodes décrites par YOUNG et BEITTON (1993) ; RODRIGUEZ-AMAYA (2001) ; BRITTON et *al* (2004), le principe de la méthode consiste en la mesure de l'absorbance de l'extrait à 450 nm et la teneur en caroténoïdes est exprimée en  $\mu\text{g}$  équivalent de  $\beta$ -carotène par 100 g de jus en se référant à la courbe d'étalonnage (ANNEXE 11).

#### 2.1.11. Détermination de la teneur en polyphénols totaux :

L'extraction des polyphénols totaux a été réalisée selon le protocole proposé par ALI et *al*. (2011). Celle-ci consiste en une extraction par une solution aqueuse à 80 % de méthanol.

Le dosage des polyphénols totaux est réalisé selon la méthode décrite par SINGLETON et *al* (1999), modifiée par TEOW et *al* (2007).

La concentration en composés phénoliques est déterminée en utilisant le réactif de Folin Denis. Ce dernier est constitué de phosphomolybdique et d'acide phosphorique qui sont réduits par les composés phénoliques pour donner une coloration bleue, et ceci en milieu alcalin. L'intensité de la coloration est directement proportionnelle à la concentration des polyphénols dans la solution.

La courbe d'étalonnage, ainsi que les valeurs des absorbances à 765 nm obtenues par spectrophotomètre UV - Visible des solutions analysées, nous permettent de déterminer leur teneur en composés phénoliques. (ANNEXE 12).

#### 2.1.12. Détermination de la teneur en flavonoïdes totaux :

L'estimation de la teneur en flavonoïdes totaux contenus dans les extraits est réalisée par la méthode du trichlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ) (BAHORUN et *al*, 1996).

Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre, en position 5 qui est susceptible de donner avec le groupement CO, un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ). Les flavonoïdes forment des complexes jaunâtres par chélation des métaux (fer et aluminium) (CHANG et *al*, 2002). L' $\text{AlCl}_3$  forme un complexe très stable avec les groupements hydroxydes OH des phénols, ce complexe jaune absorbe la lumière visible à une longueur d'onde de 430 nm (RIBEREAU-GAYON, 1968).

La concentration des flavonoïdes est déduite à partir d'une gamme d'étalonnage établie avec la quercétine (0-40  $\mu\text{g/ml}$ ). Elle est exprimée en mg quercétine équivalent/ 100g poids

sec et/ou poids frais). Les concentrations sont estimées par un dosage colorimétrique avec du spectrophotomètre à une longueur d'onde  $\lambda = 430 \text{ nm}$ . (ANNEXE 13)

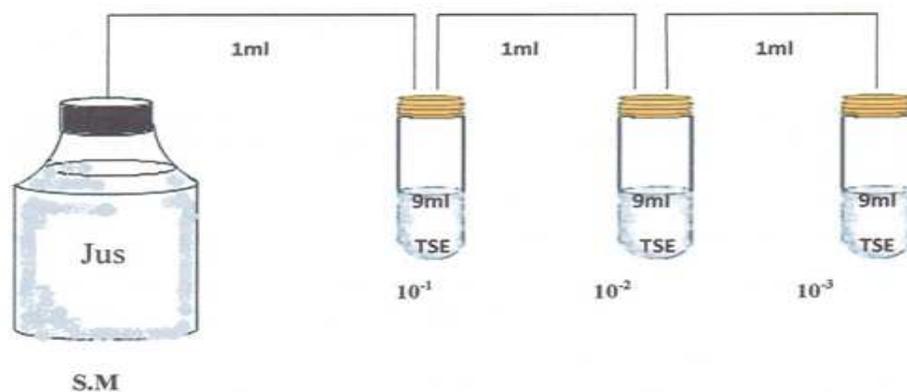
## 2.2. Analyses Microbiologiques :

Le control microbiologiques a pour objectif de garantir une bonne qualité des produit pour la consommation ; l'analyse microbiologique qui est règlementée vise la recherche de plusieurs catégories de micro-organismes à cause de leur effet sur la santé et l'altération, cette analyses vise la recherche et la numération des germes : *Germes totaux*, *Coliformes (Fécaux et Totaux)*, *Staphylococcus Aureus*, *levures et moisissures*.

### 2.2.1. Préparation des dilutions décimales :

Cette méthode a un double objectif ; d'une part elle définit les modalités de prise d'essai concernant les jus de fruits et concentrés et d'autre part, elle définit les modalités des dilutions décimales qui en découlent.

Dans le cas des produits liquides, et en fonction du nombre de lots produits par jour, on procède aseptiquement au mélange de trois à huit unités. Ce mélange constituera la solution mère (SM = 1) et servira à effectuer les dilutions décimales. (Figure 6).

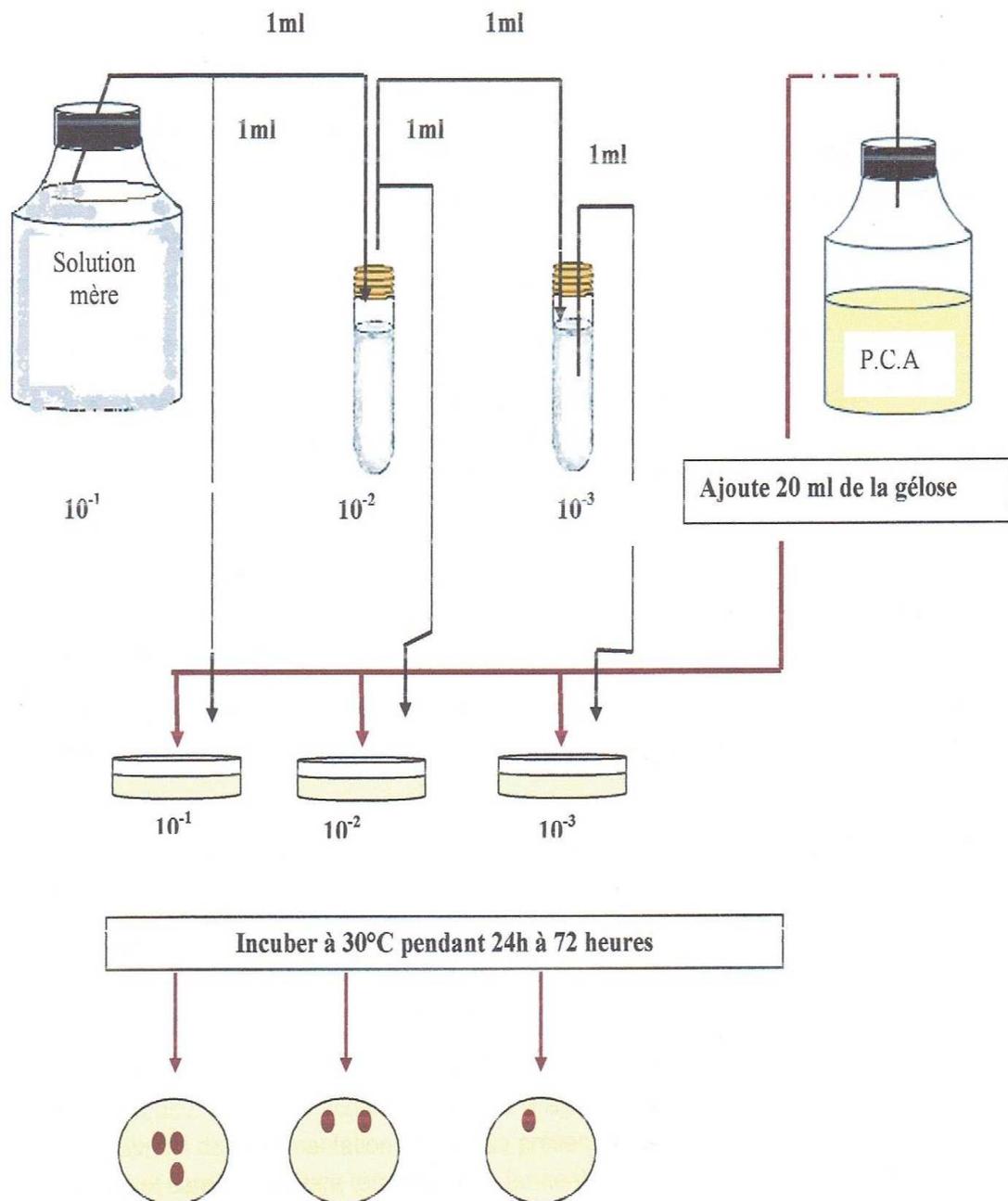


**Figure N° 6: préparation des délutions cas des produits liquides**

## 2.2.2. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux:

### Principe :

La méthode consiste à dénombrer l'ensemble des microorganismes aptes à se multiplier à l'air aux températures moyennes, plus précisément ceux aptes à donner naissance à des colonies visibles après trois jours à 30°C sur gélose pour dénombrement ; gélose PCA (BOURGEOIS et al, 1996). (Figure 7) (ANNEXE 14).



**Figure N° 7 : Recherche et dénombrement des Germes aérobies mésophiles totaux**

2.2.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux à 37°C et fécaux à 44°C :

Principe :

La méthode consiste à dénombrer Les coliformes totaux et fécaux en milieu liquide par la technique du NPP (nombre le plus probable) à l'aide du bouillon VBL (bouillon lactosé bilié au vert brillant) et sur milieu solide par le milieu sélectif DCLA ( Desoxycholate Citrate Lactose Agar ). (Figure 8) (ANNEXE 15).

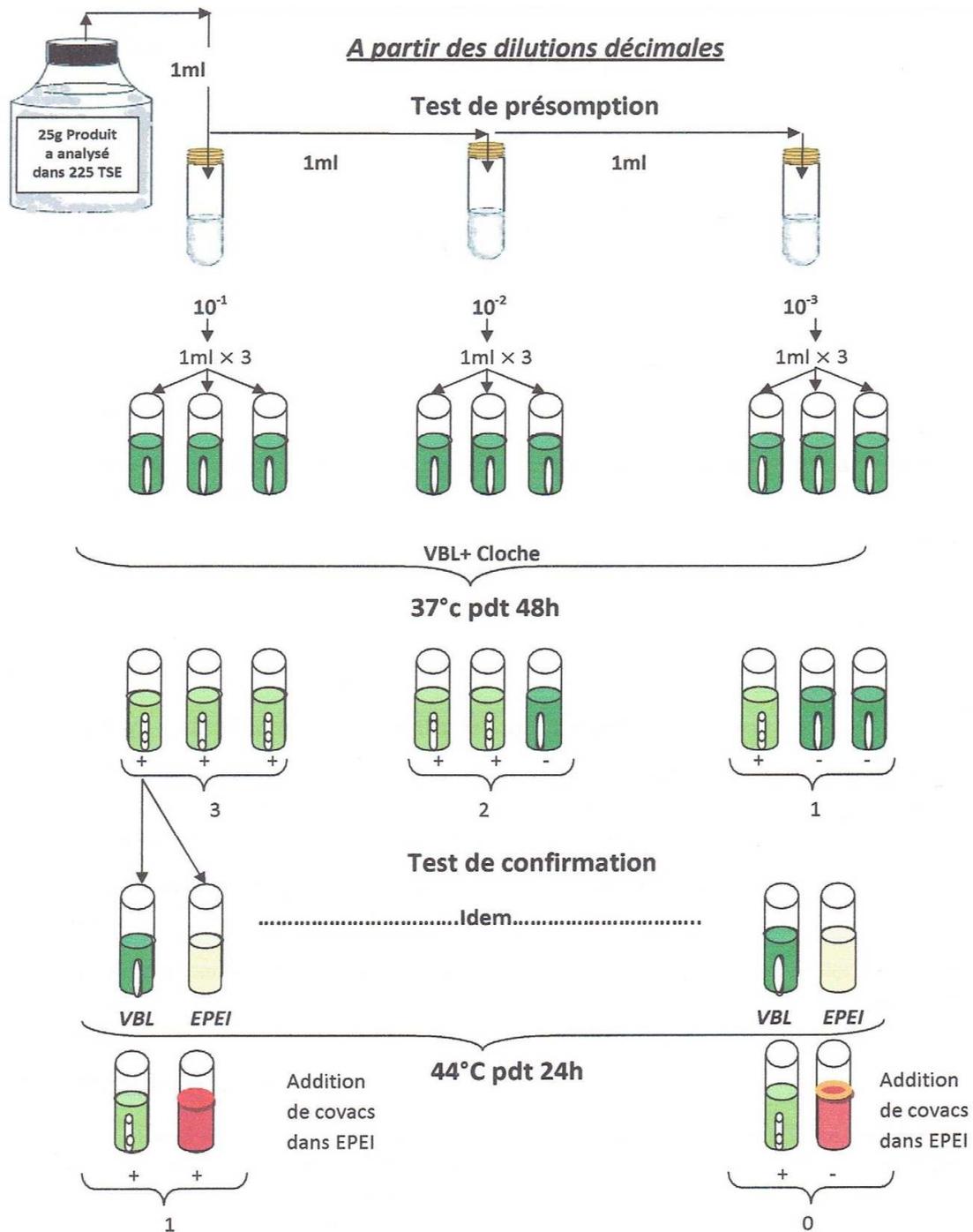


Figure N° 8 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux à 37°C et fécaux à 44°C

2.2.4. Recherche et dénombrement des Staphylococcus Aureus à 37°C :

Principe :

La recherche des Staphylococcus Aureus à partir des jus de fruits et de concentrés se fait selon la méthode d'enrichissement sur milieu de Giolliti Cantonii puis on confirme la présence des Staphylocoques par isolement sur le milieu de Chapman ; (Figure 9) (ANNEXE 16).

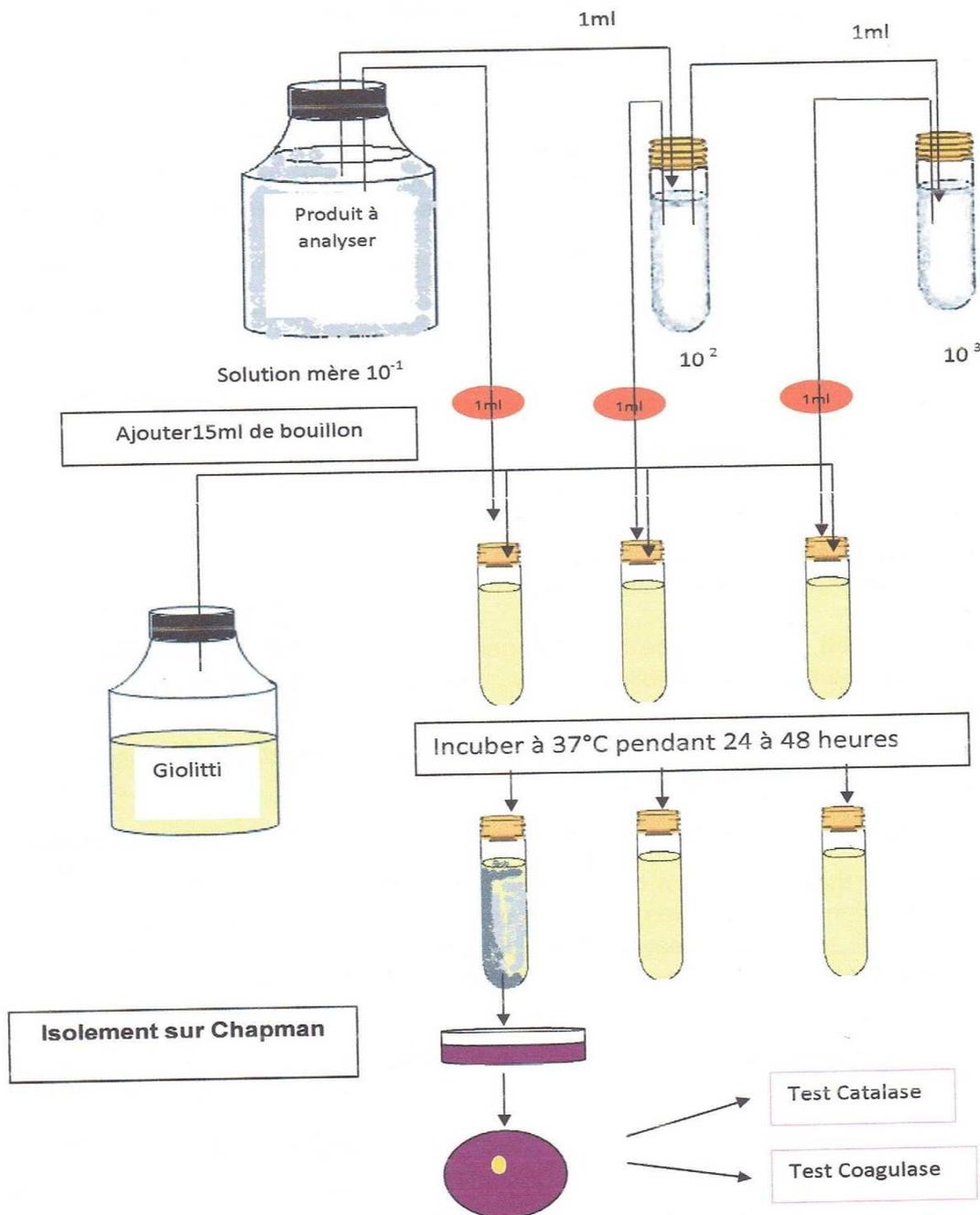
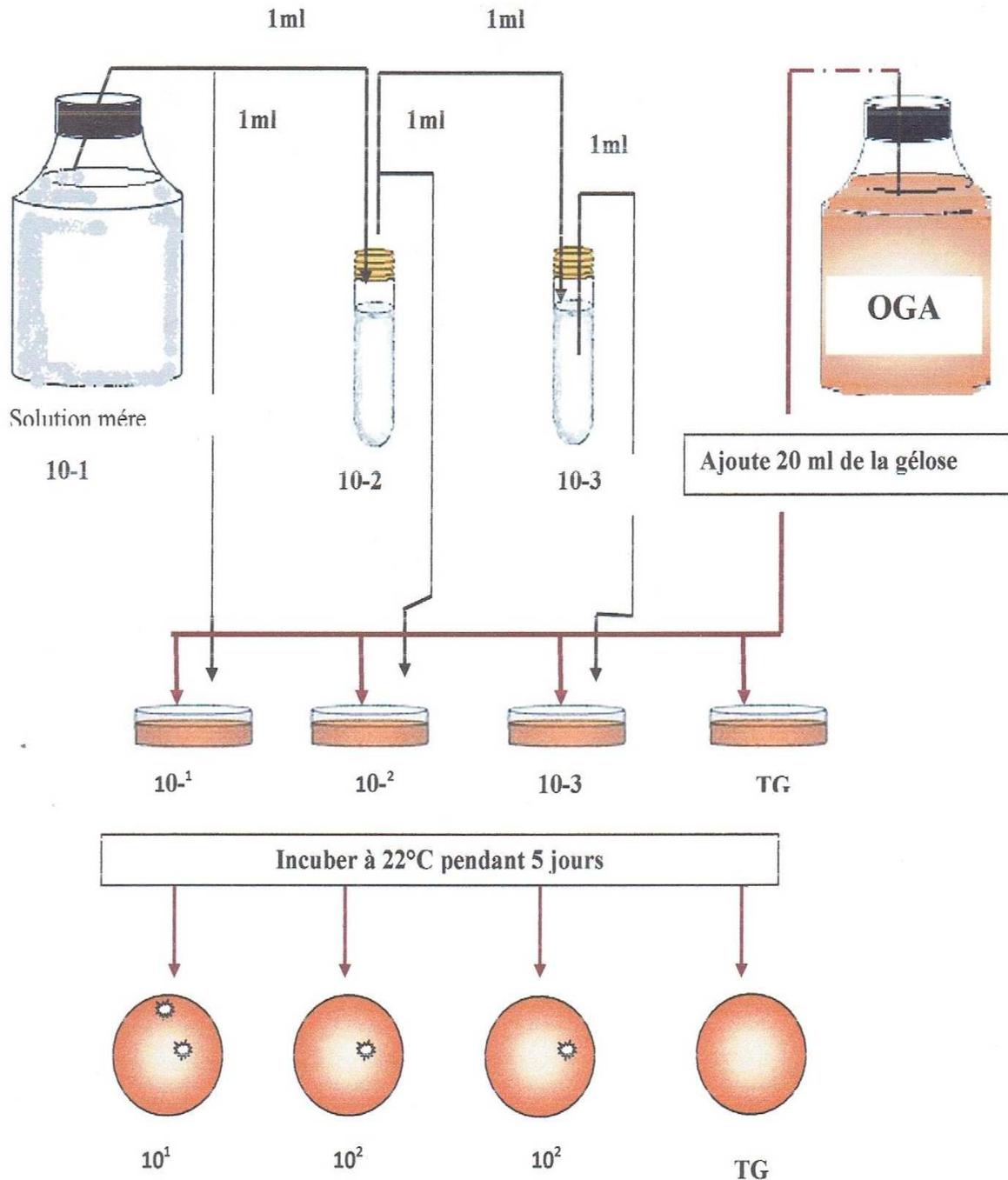


Figure N° 9 : Recherche et dénombrement des Staphylococcus aureus à 37°C

### 2.2.5. Recherche et dénombrement des Levures et Moisissures à 22°C :

#### Principe :

La recherche des levures et moisissures se fait sur gélose OGA ou SABORAUD. Ces deux milieux favorisent la croissance des levures et moisissures en inhibant le développement des bactéries. (Figure 10) (ANNEXE 17).



**Figure N° 10 : Recherche et dénombrement des Levures et Moisissures à 22°C**

### 2.3. Analyses hédonique :

C'est un ensemble de méthodes permettant de mesurer les perceptions sensorielles qui sont : la vue, l'ouïe, l'odeur, le gout et le touche.

Lors de la production du produit, l'analyse sensorielle sera mise en œuvre pour évaluer la qualité sensorielle du produit, et déduire son acceptabilité chez le consommateur.

#### Objectif de l'analyse sensorielle :

- Définir les caractéristiques sensorielles d'un produit.
- Coupler les caractéristiques des consommateurs sur le produit afin de les améliorer.
- Comparer les différentes variétés de produits, et les durées et les techniques de conservation.

Par un panel naïf selon (MEISELMAN, 1993), est défini comme étant l'ensemble des consommateurs quelconques.

#### Principe :

L'expression «évaluation sensorielle» doit être comprise comme l'examen d'un échantillon au moyen des sens et la réponse étant transmise sous forme d'un message déjà interprété par le sujet. Cette évaluation regroupe l'analyse sensorielle et l'analyse hédonique.

Dans ce présent travail nous nous sommes intéressés à l'analyse hédonique, car notre but est de déterminer quelles sont les préférences des consommateurs naïfs aux différentes marques de jus, qui leurs sont présentés lors de la dégustation.

L'évaluation hédonique de ces jus d'orange (pure et à base de concentré) s'est limitée au gout ; la couleur et l'odeur. Elle est réalisée au laboratoire de l'INSFP, dans une salle propre et calme, avec un jury composé de 30 sujets. Les échantillons codés sont présentés. Il est demandé aux dégustateurs de les examiner et de les goûter successivement, puis répondre aux questions qui sont mentionnées dans le formulaire (Annexe 18).

#### Expression des résultats :

L'ensemble des dégustateurs ont reçu des fiches destinées à noter le produit, ainsi qu'à donné leurs appréciations :

<b>Gout</b>	+++ : Appréciable.	+++ : Orange.	+++ : Forte
	+ : Non appréciable.	<b>Couleur</b>	++ : Jaune orangé
			<b>Odeur</b> ++ : Faible
		+ : Jaune.	+++ : Appréciable.
			++ : Non appréciable.

#### 2.4. Analyses Statistique :

L'interprétation des résultats obtenus pour les analyses physicochimiques et hédoniques des jus d'orang étudiés est basée sur une analyse statistique par l'utilisation d'un logiciel XLSTAT professionnel 8.01 2018. L'analyse statistique consiste :

- En une analyse de la variance à un seul facteur au seuil de 5 %. Si cette analyse révèle des différences significatives, on procède au test de NEWMEN et KEULS qui consiste en une comparaison des moyennes permettant ainsi un classement des populations étudiées en groupes homogènes.
- En une analyse par corrélation entre les différents paramètres physicochimiques étudiés au seuil de 5 %.
- Et en une analyse par composant principales ACP au seuil de 5 %.

# Résultats et discussions

## 1. Résultats des analyses physico-chimiques :

### 1.1. Acidité et pH :

L'acidité est parmi les principaux paramètres qui déterminent la qualité des fruits, elle est très souvent utilisée pour la caractérisation technologique des produits issus de la transformation des fruits (LOZANO, 2006). L'acidité du jus d'orange est due principalement aux acides citrique et malique et, à moindre mesure, à l'acide succinique. Cette acidité, généralement entre 0.5 et 1.1 grammes d'acide citrique par 100 g de jus, se traduit par un pH entre 3.0 et 3.5 (NAGY et SHAW, 1990 ; RANGANA *et al.*, 1983). Hormis son rôle fondamental dans la saveur acidulée du jus d'orange, l'acidité a une influence remarquable sur la perception sensorielle des composés volatils du jus (AHMED *et al.* ; 1978a).

Le pH est un autre paramètre déterminant l'aptitude à la conservation des aliments. Il constitue l'un des principaux obstacles que la flore microbienne doit franchir pour assurer sa prolifération (SADLER et MURPHY, 2010).

Les résultats de pH et de l'acidité des marques de jus étudiées à savoir ; Candia, Daily, N'gaous, Rouïba et Excellence sont représentés par la Figure n° 11.

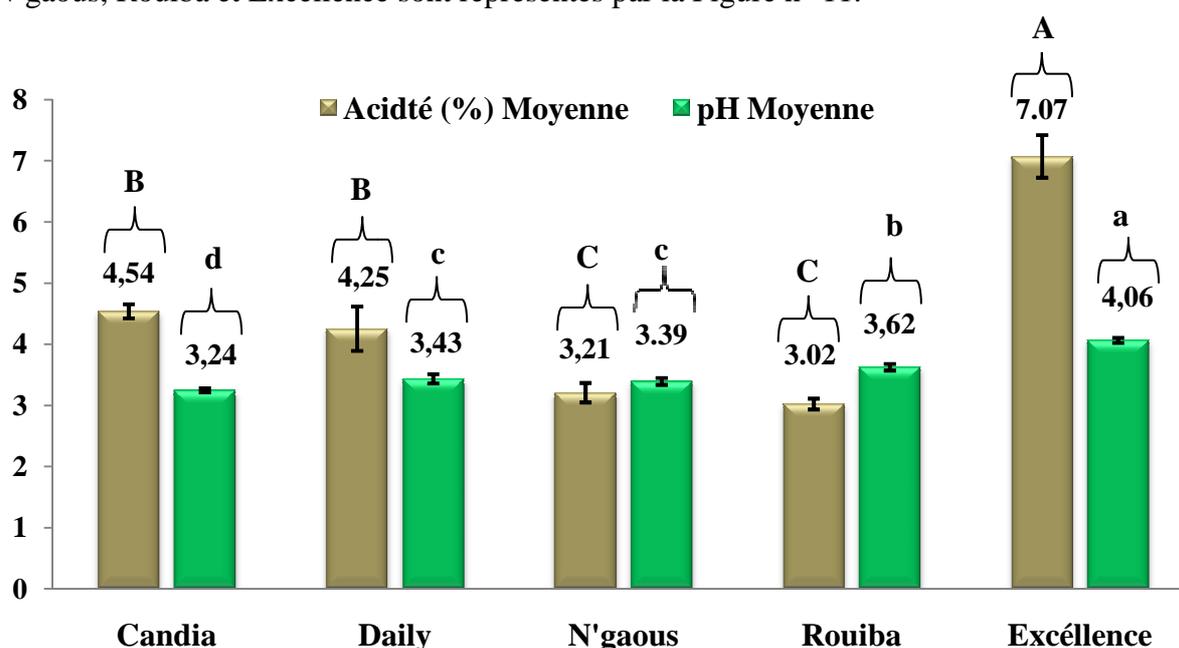


Figure n° 11: Acidité et pH des marques du jus étudiées.

L'analyse des résultats de la figure n° 11 montre que les marques N'gaous et Rouïba enregistrent des valeurs moyennes respectives d'acidité de 3,21 % et 3,02% légèrement inférieure à celles préconisées par la norme de qualité AFNOR NF V 76-005, de juillet 1986. (AFNOR, 1986) qui fixe un intervalle de 3,85 % à 5,04 % pour les jus d'orange à base de concentré ; tandis que les marques Candia et Daily sont largement incluses dans cette

fourchette. Les études faites par LAY-YEE et ROSE (1994) sur la pulpe de nectarines rapportent que le traitement thermique peut causer une diminution de l'acidité titrable, et que cette diminution augmente avec l'augmentation du temps de traitement. Les mêmes résultats ont été constatés pour les pommes traitées avec de la chaleur (KLEIN et LURIE, 1990). Selon LOZANO (2006), la légère diminution de l'acidité pourrait être due en partie à une copolymérisation d'acides organiques avec des produits des réactions de brunissement. De même, les acides organiques peuvent réagir avec les sucres réducteurs pour produire des pigments bruns.

Les valeurs de pH trouvées pour les jus d'oranges reconstituées à savoir ; Candia, Daily, N'gaous et Rouïba sont en accord avec la norme de qualité (AFNOR, 1986) qui préconise un pH de 2,8 à 3,5.

Les jus d'orange purs ; marques Excellence enregistrent des valeurs moyennes d'acidité et de pH respectivement de 7,07% et 4,06 ; ses résultats concordent bien avec ceux trouvés par CLOTTEAU (2002) dans les jus d'orange purs Brésiliens ; avec des valeurs moyennes respectives de 7,9 % et de 3,84.

L'analyse de la variance pour les paramètres Acidité et pH indique la présence d'une différence significative ( $p \leq 0,05$ ) entre marques de jus étudiées, ainsi les tests de comparaison permettent de classer les marques en différents groupes homogènes (figure 11) ; cette différence est probablement due à la variabilité de la matière première (variété, région, état de maturité, etc.) qui peut affecter la teneur et la composition en acides organiques (LECCCESE et al., 2012).

Le test de comparaison de jus d'orange pur (témoin) de la marque Excellence avec les autres marques a révélé l'existence d'une différence significative avec toutes les marques pour les deux paramètres étudiés (tableau XI).

**Tableau n° XI : Test Dunnett (bilatéral) analyse des différences ; Excellence/autres marques :**

<b>Contraste</b>	<b>Pr &gt; Diff</b>	<b>Significatif</b>
Excellence vs Candia	< 0,0001	<b>Oui</b>
Excellence vs N'gaous	< 0,0001	<b>Oui</b>
Excellence vs Daily	< 0,0001	<b>Oui</b>
Excellence vs Rouïba	< 0,0001	<b>Oui</b>

### 1.2. Teneur en eau :

Le produit alimentaire est considéré comme un système composite dans lequel l'eau joue un rôle capital. L'eau affecte directement la qualité des produits préparés ainsi que leur conservation. Souvent à l'origine de problèmes observés lors de la conservation du fait qu'elle favorise l'action des enzymes et de micro-organismes indésirables, elle joue également un rôle essentiel dans la conduite des procédés de conservation et de transformation. La détermination de l'humidité nous permet de rapporter les résultats des constituants biochimiques à la matière sèche. La figure 12 montre les variations de la teneur en eau en fonction des marques de jus étudiées. Les résultats sont exprimés en % par rapport à la matière fraîche.

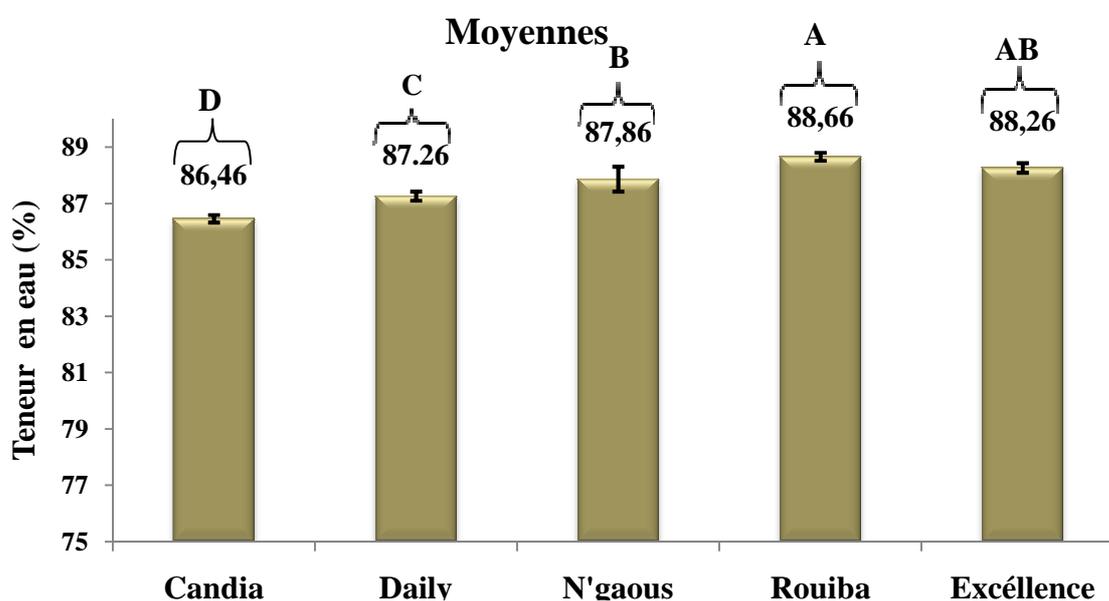


Figure n° 12 : Teneur en eau des marques du jus étudiées.

Les valeurs moyennes de l'humidité des jus analysés ; reconstitués et purs sont comprises entre 86,46 % et 88,26 %. Elles sont incluses dans l'intervalle indiqué par ROBARDS et ANTOLOVICH, 1995 ; et TING, 1980 (87 % à 92 %) avec une valeur moyenne de 88,3 %. Par ailleurs, une différence significative ( $p \leq 0,05$ ) a été constatée entre les marques de jus étudiées et les tests de comparaison entre les moyennes permettent de distinguer différents groupes homogènes (figure 12). Cette différence peut s'expliquer par le fait que l'industriel utilise des matières premières de différentes variétés issues de plusieurs régions. Le taux d'humidité n'est pas une caractéristique variétale, mais il dépend beaucoup plus des conditions pédoclimatiques et par conséquent, il peut être influencé par l'effet région RUIZ-RODRIQUEZ, MORALES et FERNANDZRUIZ (2011). Cette variation de la teneur

en eau peut être due aussi au déroulement de l’opération de la reconstitution ainsi que la durée et la température des traitements thermiques appliqués lors de la fabrication.

Le test de comparaison de jus d’orange pur (témoin) de la marque Excellence avec les autres marques a révélé l’existence d’une différence significative avec les marques Candia et Daily (tableau XII).

**Tableau n° XII : Test Dunnett (bilatéral) analyse des différences ; marque excellence/autres marques :**

Contraste	Pr > Diff	Significatif
Excellence vs Rouïba	0,054	Non
Excellence vs Candia	< 0,0001	Oui
Excellence vs Daily	< 0,0001	Oui
Excellence vs N’gaous	0,052	Non

### 1.3. La densité :

Densité, ou densité relative, ou poids spécifique : On entend par densité le rapport entre la masse volumique (masse d'une unité de volume) d'une substance et la masse volumique (masse de la même unité de volume) d'une substance de référence. Dans la majorité des cas, la substance de référence est l'eau pour les liquides ou l'air pour les gaz. La densité est un rapport et n'a donc pas de dimension.

Les résultats de la densité des marques de jus étudiées à savoir ; Candia, Daily, N’gaous, Rouïba et Excellence sont représentés par la Figure n° 13

Les valeurs moyennes de la densité des jus analysés ; reconstitués et purs sont comprises entre 1041,4 et 1056,2. Elles sont incluses dans la limite fixé par la norme AFNOR V 76-005 de 5 décembre 1994 pour les jus d'orange ; préconisant une densité relative à 20° C soit supérieur à 1040 ; KHALED KHODJA (2008), dans l’étude de l’activité anti-oxydante des jus et pulpes de quelques variétés d’orange de la région de Bejaia révèle des densités comprises entre 1038 et 1045 mg/100ml, et selon PATUREL, 1909 La densité est fonction de la quantité du concentré utilisé dans la boisson sa valeur est presque stable dans les différents échantillons analysés, elle est au environ de (1.055)

. Par ailleurs, une différence significative ( $p \leq 0,05$ ) a été constatée entre les marques de jus étudiées et les tests de comparaison entre les moyennes permettent de distinguer deux groupes homogènes (figure 13).

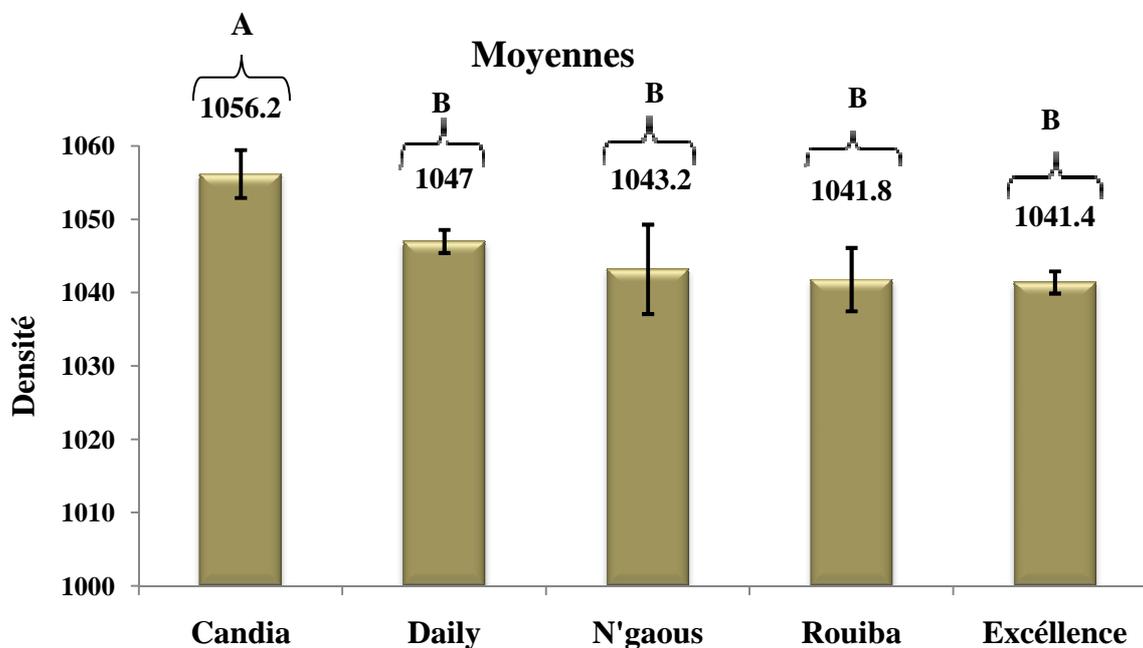


Figure n° 13: Densité des marques du jus étudiées.

Etant donné que la densité relative à 20° c de ses jus correspond à la densité de chacun de leurs constituants organiques et minéraux ; cette différence peut s'expliquer par le fait de la variabilité de la matière première (variété, région, état de maturité, etc.) ainsi par la quantité d'eau et d'autres ingrédients ; sucres, acides organiques vitamines ; ajoutée au cours de la reconstitution, en outre la durée et l'intensité des traitements thermiques appliqués lors de la fabrication peuvent affecter la composition générale de ses jus donc de la densité.

Le test de comparaison de jus d'orange pur (témoin) de la marque Excellence avec les autres marques a révélé l'existence d'une différence significative avec la marque Candia (tableau XIII).

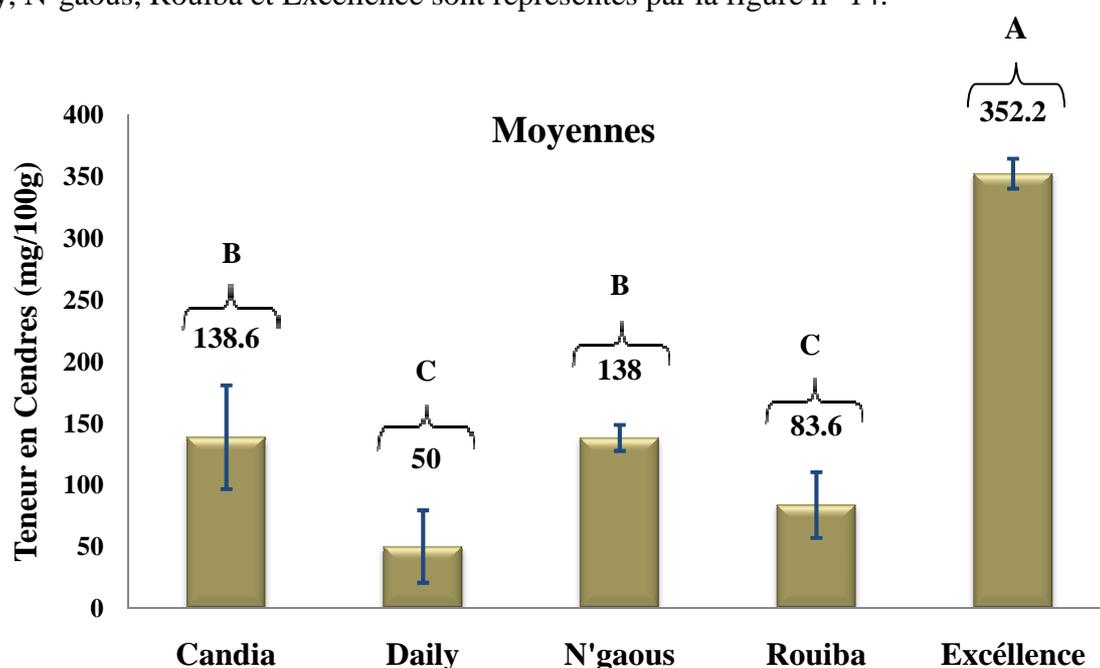
**Tableau n° XIII : Test Dunnett (bilatéral) analyse des différences ; marque excellence/autres marques**

Contraste	Pr > Diff	Significatif
Excellence vs Candia	< 0,0001	Oui
Excellence vs Daily	0,093	Non
Excellence vs N'gaous	0,864	Non
Excellence vs Rouïba	0,999	Non

#### 1.4. Teneur en cendres :

La concentration totale des sels minéraux du jus d'orange dépend fondamentalement de l'origine géographique des oranges (ROBARDS et ANTOLOVICH, 1995). Ainsi, les jus d'orange provenant d'une même région ont des teneurs en cendres totales qui ne varient que très peu, tandis que les teneurs en cendres des jus préparés à partir d'oranges de régions géographiques différentes sont très variables. Bien que le jus d'orange contient un grand nombre de minéraux à l'état de trace, le potassium est le minéral le plus abondant dans ce produit. Sa concentration, ainsi que celles du sodium, du magnésium et du calcium dépendent de la période de récolte des matières premières. En général, la teneur en minéraux des oranges a tendance à diminuer à mesure que la saison avance (PARK *et al.*, 1983).

Les résultats de la teneur en cendres des marques de jus étudiées à savoir ; Candia, Daily, N'gaous, Rouïba et Excellence sont représentés par la figure n° 14.



**Figure n° 14 : Teneur en cendres (mg/100g) des marques du jus étudiées.**

Les valeurs moyennes de la teneur en cendres des jus analysés sont comprises entre 50 mg/100g et 352,2 mg/100g. Excepté la marque Excellence ; jus pur ; qui enregistre une valeur moyenne de 352,2 mg/100g, les autres marques ; jus d'orange à base de concentré ; donnent des teneurs moyennes en cendres très faibles, soit inférieures à la limite fixée par la norme AFNOR V 76-005 de 5 décembre 1994 pour les jus d'orange ; préconisant un intervalle de 280 mg/100g à 500 mg/100g. PARK et al (1983) évoquent que la teneur en cendres des jus d'orange est comprise entre 250 mg/100g et 480 mg/100g avec une valeur moyenne de 350 mg/100g.

L'analyse de la variance ( $p \leq 0,05$ ) révèle l'existence d'une différence significative entre les marques de jus d'orange étudiées ; les tests de comparaison des moyennes permettent de distinguer différents groupes homogènes (figure 14). Cette variation peut être expliquée par l'origine géographique des oranges et des concentrés d'orange utilisées dans la fabrication de différents jus (ROBARDS et ANTOLOVICH, 1995).

Le test de comparaison de jus d'orange pur (témoin) de la marque Excellence avec les autres marques a révélé l'existence d'une différence significative avec toutes les marques de jus étudiées (tableau XIV).

**Tableau n° XIV : Test Dunnett (bilatéral) analyse des différences ; marque excellence/autres marques**

Contraste	Pr > Diff	Significatif
Excellence vs Candia	< 0,0001	Oui
Excellence vs Daily	< 0,0001	Oui
Excellence vs N'gaous	< 0,0001	Oui
Excellence vs Rouïba	< 0,0001	Oui

### 1.5. Taux de solides solubles et teneurs en sucres:

Les solides solubles ou extrait sec soluble représentent l'ensemble de tous les solides dissous dans l'eau, incluant les sucres, les sels, les protéines et les acides carboxyliques (MESSAID, 2008). L'indice réfractométrique des jus de fruit permet d'évaluer rapidement leur concentration en sucres solubles. Il mesure en effet la fraction de matières sèches solubles majoritairement composé de ces sucres solubles (TRAVERS, 2004).

Selon HENDRIX et REDD (1995), environ 76% de la matière sèche hydrosoluble du jus d'orange est constituée principalement par des glucides.

Les résultats obtenus pour le taux de solide soluble et la teneur en glucides des marques de jus étudiées à savoir, Candia, Daily, N'gaous et Excellence sont représentés par la figure n° 15.

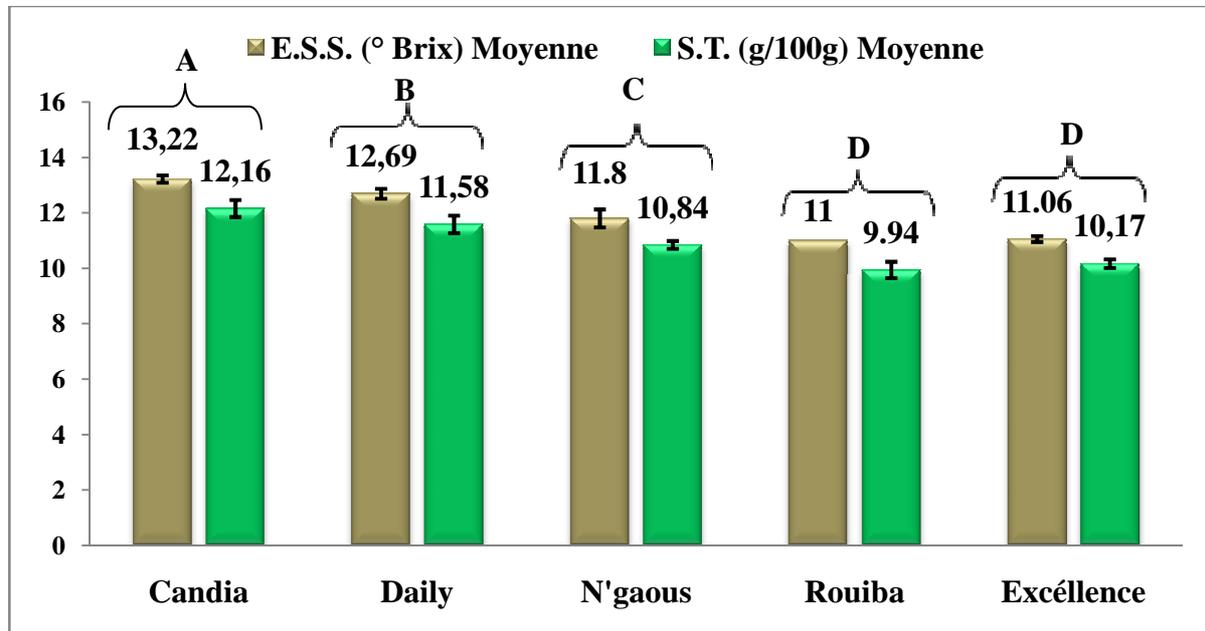


Figure n° 15 : Extrait sec soluble (°Brix) et Sucres totaux (g/100g) des jus étudiés.

Les résultats obtenus pour l'extrait sec soluble et les sucres totaux varient respectivement de 11 à 13,22° Brix et de 9,94 à 12,16 g/100g ; la norme de qualité AFNOR V 76-005 de Janvier 1995 pour le jus d'orange ; préconise, pour les jus d'orange à base de concentré une valeur de l'extrait sec réfractométrique soit supérieur à 11,2% et celle indiquée dans la Norme de Codex pour les oranges soit de 11,0° Brix (Codex STAN 245, 2004). La teneur en glucide de jus d'orange varie de 10 à 12 g/100g (ROBARDS et ANTOLOVICH, 1995) et (TING, 1980)

L'analyse de la variance ( $p \leq 0,05$ ) révèle l'existence d'une différence significative entre les marques de jus d'orange étudiées ; en effet les tests de comparaison des moyennes permettent de distinguer différents groupes homogènes (figure 15) ; ainsi le test de comparaison de jus d'orange pur (témoin) de la marque Excellence avec les autres marques a révélé l'existence d'une différence significative avec les marques Candia, Daily et N'gaous (tableau XV).

Cette différence peut être expliquée par la variété des oranges utilisées, de leurs degrés de maturité, du concentré d'orange, de sa durée et conditions de stockage, l'ajout ou non du sucre ainsi que le traitement thermique appliqué ; en effet il a été rapporté par INGALLINRA et al (2005) dans leur étude sur quatre variétés d'orange que le degré Brix varie entre 11,6 et 13,5° Brix.

**Tableau n° XV: Test Dunnett (bilatéral) analyse des différences ; Excellence/marques**

Contraste	Pr > Diff	Significatif
Excellence vs Daily	0,0001	Oui
Excellence vs Candia	0,0001	Oui
Excellence vs N'gaous	0,016	Oui
Excellence vs Rouïba	0,391	Non

Les marques Excellence et Rouïba enregistrent des valeurs moyennes d'extrait sec soluble et de sucres totaux respectivement ; de 11,06 ° Brix, 11° Brix et de 10,17 g/100g, 9,94 g/100g ; ses résultats sont proche de ceux trouvés par CLOTTEAU (2002) dans les jus d'orange Brésiliens ; avec des valeurs moyennes respectives de 10,8° Brix et 9,7 g/100g .

#### 1.6. Teneur en saccharose et en sucres réducteurs:

Le saccharose, le glucose et le fructose sont les principaux glucides du jus d'orange. Les glucides sont importants car ils sont responsables de la saveur du jus et influencent sa consistance et ses propriétés rhéologiques. De plus, ils ont une influence remarquable sur les constituants volatiles du jus. En effet, la présence de glucides modifie la perception sensorielle des arômes. (AHMED *et al*, 1978a).

Les résultats obtenu pour la teneur en saccharose et en sucres réducteurs des marques de jus étudiées à savoir, Candia, Daily, N'gaous et Excellence sont représentés par les figures :

Les teneurs moyennes en saccharoses et en sucres réducteurs des jus analysés variées respectivement de 1,93 à 7,76 g/100g et de 3,83 à 8,91g/100g ; ses résultats sont supérieur de ceux trouvés par CLOTTEAU (2002) dans les jus d'orange Brésiliens ; avec des valeurs respectives de 2,2 à 4,6 g/100g et de 4,8 à 5,5 g/100g. Cette variation peut être expliquée par l'origine géographique des oranges et des concentrés d'orange utilisées dans la fabrication de différents jus (ROBARDS et ANTOLOVICH, 1995). En effet l'analyse de la variance révèle l'existence d'une différence significative entre les marques de jus analysées et les testes de comparaison des moyennes permettent de distinguer différent groupe homogènes (figure 16).

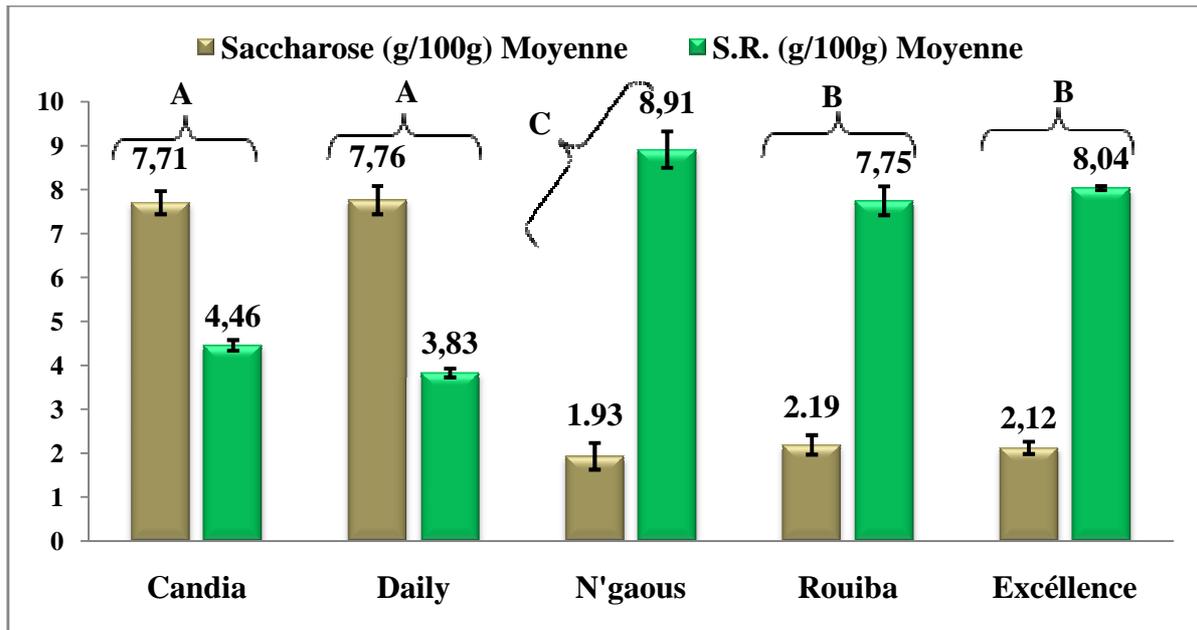


Figure 16 : Teneur en sucres réducteurs et saccharose des marques du jus étudiées

Les teneurs moyennes en fructose et en glucose des jus analysés varient respectivement de 1,62 à 4,91 g/100g et de 1,59 à 7,29g/100g; par ailleurs une différence significative entre marques de jus analysées a été constaté (figure 17) et le test de comparaison de jus d'orange pur (témoin) de la marque Excellence avec les autres marques a révélé l'existence d'une différence significative avec les marques Candia, Daily et N'gaous (tableau XVI).

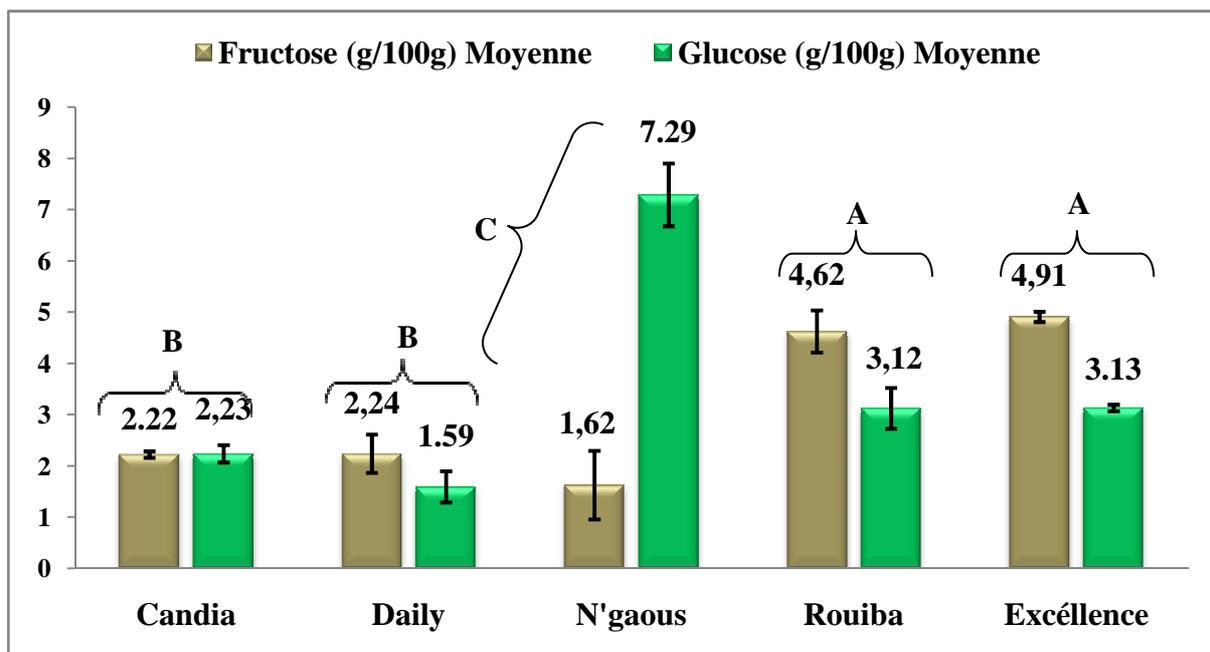


Figure 17 : Teneur en Fructose et Glucose des marques du jus étudiées

**Tableau XVI : Test Dunnett (bilatéral) analyse des différences ; Excellence/ marques**

Contraste	Différence	Différence	Significatif
Excellence vs Daily	-2,67	-1,540	Oui
Excellence vs Candia	-2,688	-0,894	Oui
Excellence vs N'gaous	-3,284	4,160	Oui
Excellence vs Rouïba	-0,284	-0,006	Non

La norme AFNOR V 76-005 de Janvier 1995 pour le jus d'orange donne des spécifications concernant la proportion en différents sucres de celui-ci :

- La teneur totale en sucre et le rapport saccharose/ sucres totaux sont naturellement soumise a de grandes variations, avec un rapport glucose/fructose pratiquement constant.
- Les valeurs moyennes de glucose et fructose sont sensiblement inférieures à 3 g/100g.
- La part de saccharose en pourcentage de sucres totaux, est inférieure à 50% ; le rapport glucose/fructose ne dépasse pas la valeur de 1,00.
- En général tout excès de glucose et/ou une très grande proportion de saccharose indique un sucrage. Toute teneur inférieure à 1g/100g en saccharose peut être due soit à une dilution excessive, soit à une inversion consécutive à de mauvaises conditions de stockage.
- Les rapports glucose/fructose inférieure à 0,65 peuvent indiquer une décomposition de glucose par fermentation.

En se référant aux résultats obtenus on déduit ;

- Les marques Excellence ; jus d'orange pur et Rouïba ; jus d'orange à base de concentré d'orange rependent bien aux spécifications de cette norme.
- Les marques Candia et Daily ; jus d'orange à base de concentré d'orange ; donnent des parts respectives de saccharose en pourcentage de sucres totaux de 63 % et 67% ; soit supérieur à 50%. Selon cette norme toute grande proportion de saccharose indique un sucrage ; soit respectivement supérieur à 1,3 g/100g et à 1,7 g/100g.
- La marque N'gaous ; jus d'orange à base de concentré d'orange ; enregistre une teneur moyenne en glucose de 7,29 g/100g et un rapport glucose/fructose de 4,5, donc supérieur à 1. Selon cette norme tout excès de glucose indique un sucrage ; soit supérieur à 3,5 g/100g.

### 1.7. Teneur en pulpes:

Le saccharose, le glucose et le fructose sont les principaux glucides du jus d'orange. On retrouve aussi dans ce groupe chimique des polymères à haut poids moléculaire, comme les pectines et les complexes de cellulose et hemicellulose, qui constituent une partie de la pulpe et les fibres du jus (KLAVONS *et al.*, 1991; RANGANA, *et al.*, 1983). Ces derniers composés sont aussi largement responsables de l'opalescence du jus d'orange et présentent un rôle nutritionnel et organoleptique important.

Les résultats obtenus pour la teneur en flavonoïdes totaux des marques de jus étudiées à savoir, Candia, Daily, N'gaous et Excellence sont représentés par la figure n° 18.

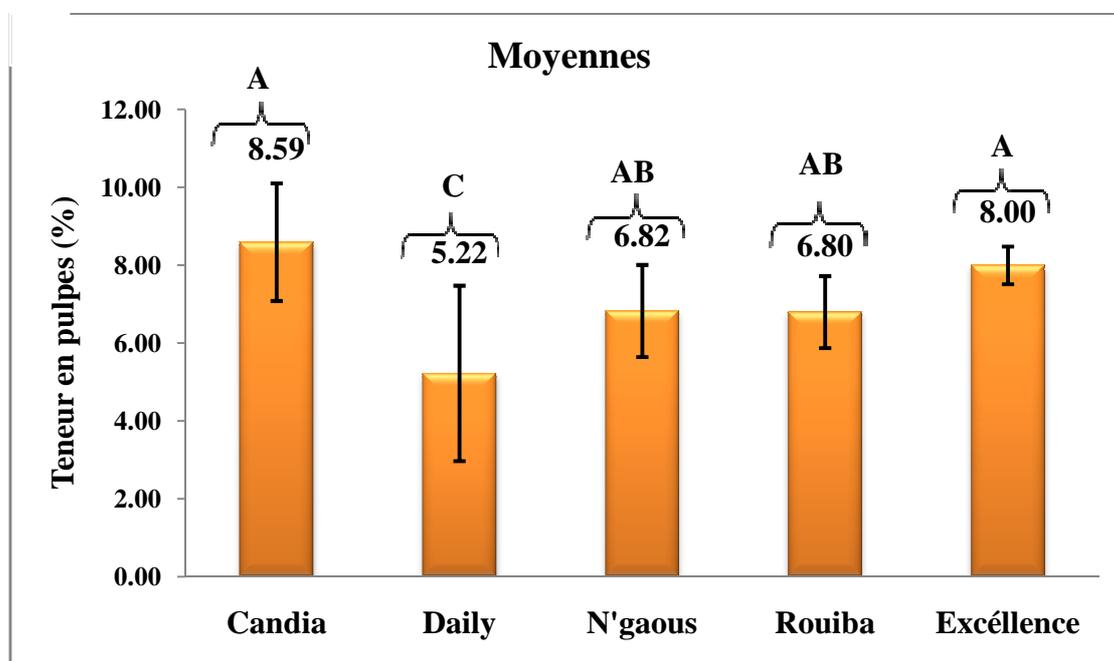


Figure n° 18 : Teneur en Pulpes (%) des marques du jus étudiées

Les teneurs moyenne en pulpes des jus analysés sont significativement différentes ( $p < 0,05$ ) ; elles varient de 5,22 (Daily) à 8,59 mg/100g (Candia) (figure 18). Ses résultats corrobore ou légèrement différents avec ceux trouvés par un certains nombre d'auteur ; en citant ; KHALED KHODJA, (2008) dans l'étude de l'activité anti-oxydante des jus et pulpes de quelques variétés d'orange de la région de bejaia révèle des teneurs comprises entre 5,69 et 15,62 % ; CLOTTEAU (2002) ; en examinant deux lots différent (Rio de Janeiro et

Botucato) de jus d'orange Brésilien ; révèle des teneurs moyennes en pulpes respectivement de 7,4 et 6,2%

Le test de comparaison de jus d'orange pur (témoin) de la marque Excellence avec les autres marques a révélé l'existence d'une différence significative avec les marques ; Candia, Daily et N'gaous (tableau XVIII).

**Tableau XVII : Test Dunnett (bilatéral) analyse des différences ; Excellence/ marques**

Contraste	Différence	Significatif
Excellence vs Rouïba	-1,327	Non
Excellence vs Candia	-27,963	Oui
Excellence vs N'gaous	-33,550	Oui
Excellence vs Daily	-44,873	Oui

### 1.8. Teneur en Vitamine C:

Le jus d'orange est une source importante de composés caractérisés par une activité antioxydante et reconnus comme bénéfiques pour la santé humaine. Il contient des teneurs élevées en caroténoïdes comme la  $\beta$ -carotène (précurseur de la vitamine A), en acide ascorbique et en flavonoïdes. GARDNER *et al* (2000) ont mesuré la contribution de ces différents composés à l'activité antioxydante globale du jus. L'acide ascorbique représentait entre 65 et 100 % de l'activité anti-oxydante globale. Ce résultat a été confirmé par GILIZQUIERDO *et al*, 2002 qui ont montré que 77 à 96 % de l'activité anti-oxydante globale était due à la vitamine C et par SANCHEZ-MORENO *et al* (2003) avec un pourcentage de 99 %.

La vitamine C est donc un marqueur important de la qualité nutritionnelle du jus. Sa stabilité va dépendre du procédé et du stockage ainsi que de l'influence des autres constituants présents dans le jus.

Les résultats obtenu pour la vitamine C des marques de jus étudiées à savoir, Candia, Daily, N'gaous et Excellence sont représentés par la figure n° 19.

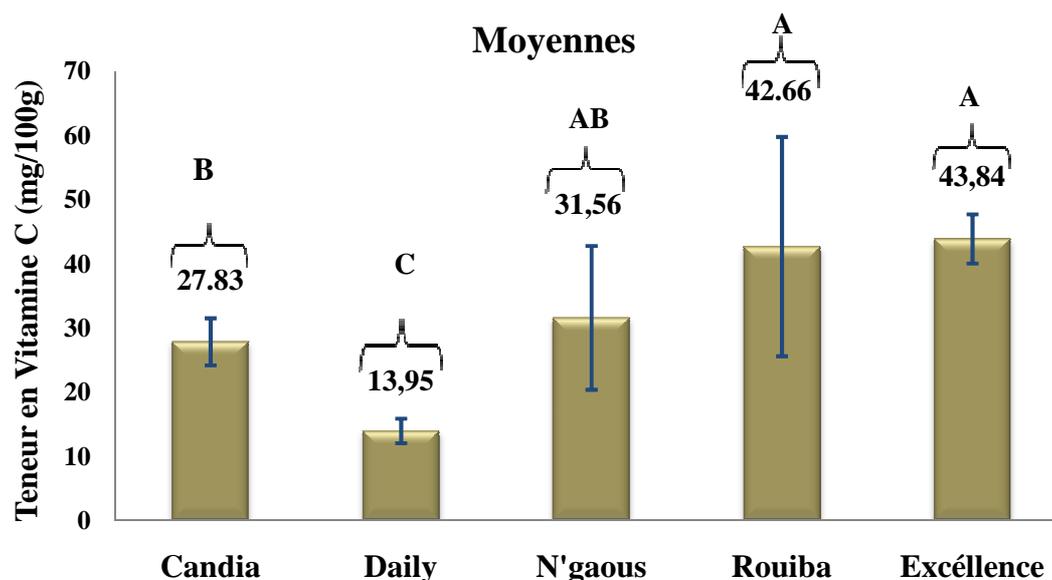


Figure n° 19 : Teneur en Vitamine C (mg/100g) des marques du jus étudiées.

En se référant à la figure n° 19 en remarque que seule la marque Daily enregistre une valeur moyenne en vitamine C inférieure au seuil minimal fixé par la norme AFNOR V 76-107 de Janvier 1995 pour le jus d'orange qui préconise une teneur naturelle moyenne d'un jus frais en acide L ascorbique entre 40 mg/100g et 50 mg/100g, cette teneur est susceptible de se modifier en fonction de la variété, de degré de maturité et de traitement. Ainsi une valeur de 20 mg/100g soit maintenue à la date d'utilisation optimale. Selon FAVIER et *al* (1993) la teneur moyenne du jus d'orange frais non sucré en vitamine C est de 44,0 mg/100g avec une valeur minimale de 15,0 mg/100g

L'analyse de la variance ( $p \leq 0,05$ ) révèle l'existence d'une différence significative entre les marques de jus d'orange étudiées ; les tests de comparaison des moyennes permettent de distinguer différents groupes homogènes (figure 19), ainsi le test de comparaison de jus d'orange pur (témoin) de la marque Excellence avec les autres marques a révélé l'existence d'une différence significative avec les marques Candia et Daily (tableau XVIII).

Tableau XVIII : Test Dunnett (bilatéral) analyse des différences ; Excellence/ marques

Contraste	Pr > Diff	Significatif
Excellence vs Daily	0,000	Oui
Excellence vs Candia	0,048	Oui
Excellence vs N'gaous	0,161	Non
Excellence vs Rouiba	0,999	Non

La variabilité des teneurs en acide ascorbique des oranges et de leurs dérivés est influencée par les variations saisonnières et annuelles du soleil, l'humidité, la variété du fruit, position des fruits sur l'arbre et leur degré de maturité (NAGY, 1980). D'autres facteurs peuvent également être impliqués, notamment la sensibilité de l'acide ascorbique à l'air et en milieu aqueux (LEE et KADER, 2000 ; SILVA, 2005).

L'acide ascorbique est un composé bioactif sensible fournissant une indication de la perte d'autres vitamines. Les réactions de dégradation de l'acide ascorbique sont souvent responsables des changements cruciaux de qualité qui se produisent pendant le stockage des aliments, limitant leur durée de conservation (ZULUETA et *al.*, 2010). Dans la présente étude nous avons observé pour l'ensemble des marques de jus étudiées, une dégradation plus ou moins importante de la vitamine C suite à un stockage prolongé au niveau des étalages de vente (figure 20) ainsi une perte moyenne de 20% a été relevée après un stockage de 60 jours.

La dégradation des vitamines dans les jus de fruits dépend des précautions prises lors du procédé technologique, en particulier limiter l'incorporation de l'oxygène lors des étapes de fabrication (pressage, agitation et mise en bouteille). Pour les jus à base de concentré, la qualité de l'eau est également importante avec notamment la présence d'ions et d'oxygène dissous. Enfin, la température et la durée de stockage semblent être les facteurs les plus critiques favorisant la dégradation des vitamines (CLOTTEAU, 2002).

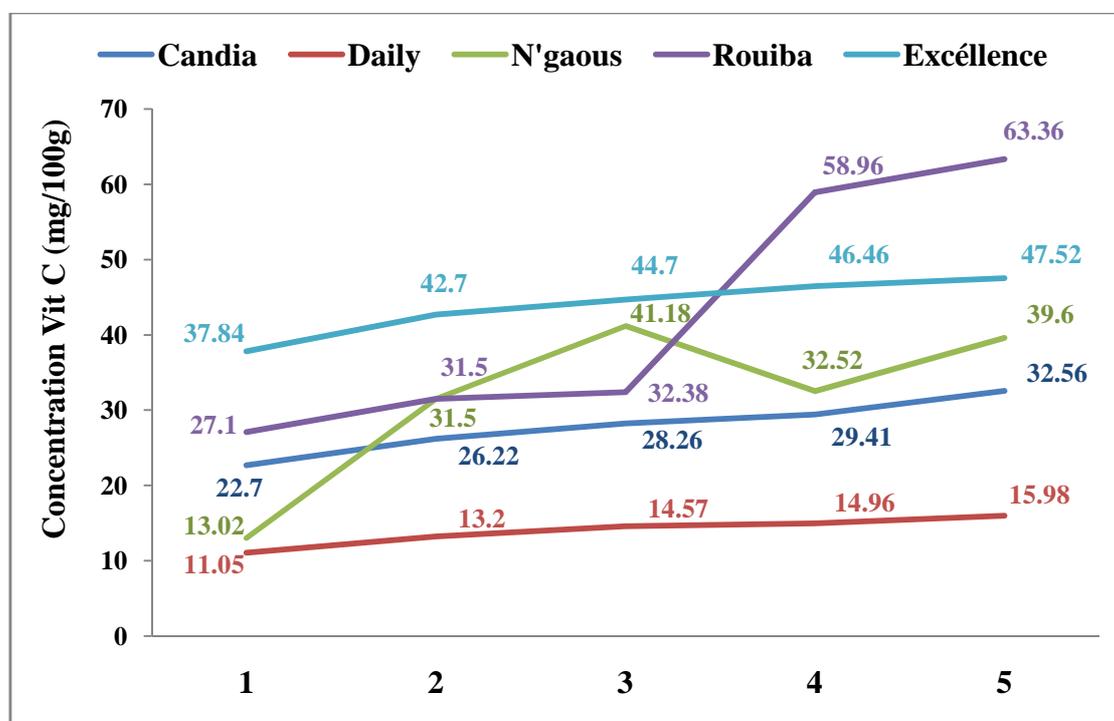


Figure n° 20 : Evolution de la teneur en Vitamine C en fonction des dates de fabrication des jus

La vitamine C, réputée pour être typiquement thermosensible, subit cependant de faibles pertes pendant la pasteurisation. GIL-IZQUIERDO *et al* (2002) ont mesuré les teneurs en vitamine C d'un jus d'orange avant et après pasteurisation à l'échelle industrielle et n'ont pas observé de pertes après traitement à 95°C pendant 30s. Plus récemment, Sanchez-Moreno *et al.* (2005) rapportent qu'une pasteurisation faible (70°C/30s) n'occasionne pas de pertes en vitamine C et qu'une forte pasteurisation (90°C/1min) entraîne environ 8 % seulement de pertes significatives.

La conservation et donc le stockage, sont bien plus dommageables pour les vitamines que l'effet du traitement thermique lui-même comme la pasteurisation. Dans les milieux liquides comme les jus de fruits, l'oxygène dissous est le principal facteur responsable de l'oxydation des vitamines ; les autres facteurs sont la température, la lumière et la présence d'ions métalliques (BELLIOT, 2003). SOLOMON *et al.* (1995) ont observé que dans les jus d'orange désaérés stockés 30 jours dans des récipients non étanches, la vitamine C avait disparu en même temps que la concentration en oxygène dissous avait augmenté. En revanche si la fermeture du récipient était étanche, la perte en vitamine C n'était que de 27 %.

La teneur en vitamine C de l'orange (48-51 mg/100 ml) varie de 30 à 50 mg/100 ml dans les jus industriels après traitement, et la majorité ne conserve pas plus de 25 mg/100 ml après 6 mois sur les étals, la moitié donc de ce qui était contenu dans l'orange de départ (BIRLOUZARAGON, 2004).

### **1.9. Teneur en Caroténoïdes:**

Les agrumes sont une bonne source de caroténoïdes, ces pigments sont responsables de la couleur jaune, orange, et rouge des fruits et des légumes. Ils ont un impact significatif sur la qualité commerciale et alimentaire des produits. Par ailleurs, les caroténoïdes peuvent agir en tant qu'antioxydant selon plusieurs mécanismes (PASTRE, 2005). Ils sont une classe de pigments naturels abondamment distribués dans la nature, présentant des structures diverses et plusieurs fonctions importante pour la santé (GAMA et SYLOS, 2007). Ils sont insolubles dans l'eau et solubles dans les solvants organiques tels que l'acétone, le chloroforme, etc. (RODRIGUES-AMAYA, 2001). Dans la présente étude, deux phases ont été utilisées : une phase apolaire qui permet de récupérer les caroténoïdes et une phase polaire pour éliminer les molécules hydrophiles tels que les polyphénols, particulièrement les flavonoïdes.

Les résultats obtenus pour la teneur en caroténoïdes totaux des marques de jus étudiées à savoir, Candia, Daily, N'gaous et Excellence sont représentés par la Figure n° 21.

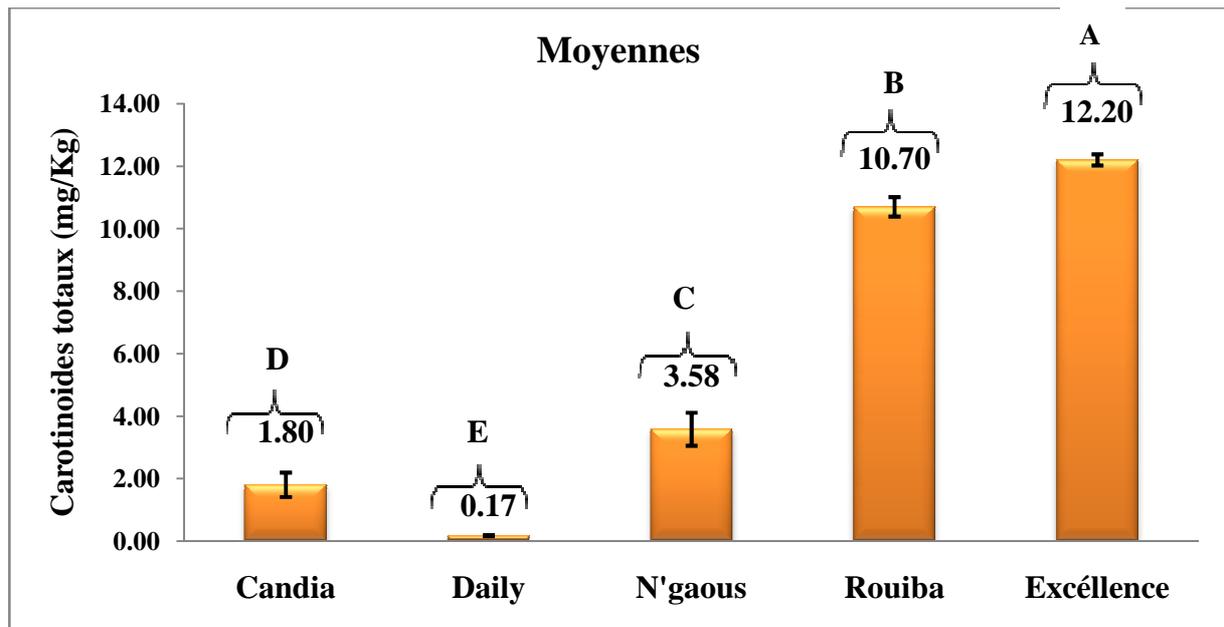


Figure n° 21 : Teneur en Caroténoïdes totaux (mg/Kg) des jus analysés

Les teneurs moyennes en caroténoïdes des jus analysés varient de 0,17 (Daily) à 12,20 mg/Kg (Excellence) (figure 21). Les marques Daily et Candia enregistrent des teneurs moyennes en caroténoïdes totaux inférieures à 2 mg/kg ; et selon La norme AFNOR V 76-005 de Janvier 1995, les jus d'orange contiennent en principe de 2 à 5 mg/kg de caroténoïdes totaux et toute concentration inférieure à 2 mg/kg est indicative d'une dilution et toute valeur supérieure à 15 mg/kg est indicative de l'adjonction d'extrait d'écorce.

Néanmoins Nos résultats corrobore ou légèrement différent avec ceux trouvés par un certains nombre d'auteur ; en citant ; MELENDEZ *et al.* (2007) en examinant 25 types du jus d'orange commercialisés en Espagne notent des teneurs comprises entre 0,6 et 9,8 mg /kg de jus. Selon GARDNER *et al.* (2000), la concentration en caroténoïdes du jus d'orange est de 3 mg/kg de jus. L'étude menée par LEE (2001) sur les jus des variétés d'oranges Navel cultivées en Floride montre des teneurs comprises entre 3,80 et 5,70 mg/kg. CALVARANO (2013) en examinant 48 échantillons de jus d'orange italien a trouvé des valeurs qui varient de 7,65 à 19,90 mg/kg et BENK (1961) en examinant les jus concentrés d'oranges a révélé une teneur en caroténoïdes totaux de 3,5 à 9,6 mg/kg. Par ailleurs L'analyse de la variance ( $p \leq 0,05$ ) révèle l'existence d'une différence significative entre les marques de jus d'orange étudiées ; les tests de comparaison des moyennes permettent de distinguer différents groupes homogènes (figure 21) ainsi le test de comparaison de jus d'orange pur (témoin) de la marque Excellence avec les autres marques a révélé l'existence d'une différence significative avec les autres marques ; Candia, Daily, N'gaous et Rouiba (tableau XIX).

**Tableau XIX: Test Dunnett (bilatéral) analyse des différences ; Excellence/ marques**

Contraste	Différence	Significatif
Excellence vs Rouïba	-1,502	Oui
Excellence vs N'gaous	-8,622	Oui
Excellence vs Candia	-10,399	Oui
Excellence vs Daily	-12,029	Oui

Ces différences peuvent être expliquées par le fait que les méthodes du dosage soient différentes, par des différences liées au processus de fabrication de ces jus ou bien au fruit lui-même. Selon les mêmes auteurs, la concentration en caroténoïdes dans les jus d'orange dépend de plusieurs facteurs tels que : le climat, la variété et le stade de maturation du fruit et le procès de fabrication. En plus, la pasteurisation a un effet négatif sur la provitamine A (FRATIANNI *et al.*, 2010).

En ce qui concerne l'influence de la pasteurisation sur le profil de caroténoïdes de jus, certains auteurs ont mis en évidence une diminution significative de la concentration des caroténoïdes dans les jus de fruits provoquée par la pasteurisation (LEE et COATES, 2003 ; SANDHU et MINHAS, 2006).

### 1.10. Teneur en Polyphénols:

Les composés phénoliques sont largement distribués dans les agrumes. Ils contribuent aux qualités nutritionnelles et sensorielles des fruits et légumes ; ils sont responsables de leurs couleur, flaveur et goût. Les polyphénols contenant dans l'alimentation attire une grande attention a cause de leur fonction anti-oxydante et leur impacte sur la santé (LOOTS *et al.* ; 2006).

Les teneurs moyenne en composés phénoliques totaux des jus analysés sont significativement différentes ( $p < 0,05$ ) ; elles varient de 10,76 (Daily) à 55,63 mg/100g (Excellence) (figure 22). Ses résultats corrobore ou légèrement différent avec ceux trouvés par un certains nombre d'auteur ; en citant TOSUN et USTUN (2003) ont trouvé 19,42 mg/100g ; DIB et BOUTAREN (2007) dans l'étude de l'activité antioxydante de jus d'orange de la marque toudja ont trouvé une teneur en polyphénols totaux de 27,46 et 34,15 mg/100g ; RAPISARDA *et al.*, 1999 évoque que la teneur en polyphénols totaux de l'orange varie entre 48 et 109 mg/100g ; KHALED KHODJA (2008) dans l'étude de l'activité anti-oxydante des jus et pulpes de quelques variétés d'orange de la région de Bejaïa révèle des teneures comprises entre 37,8 et 117,9 mg/100ml.

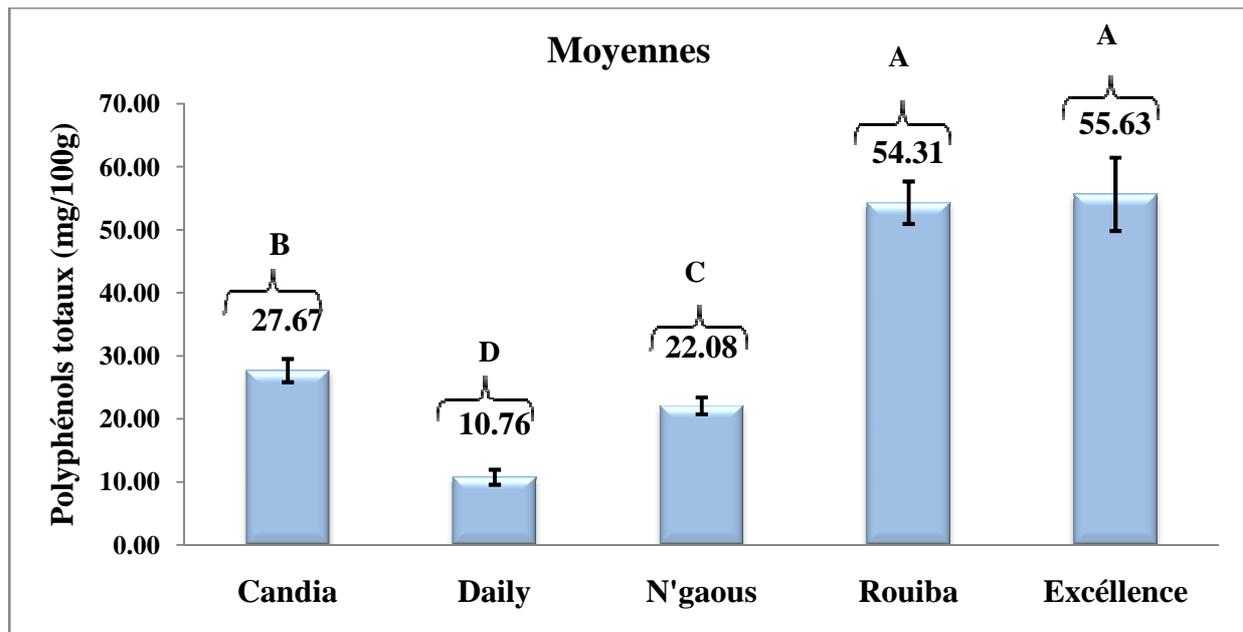


Figure n° 22 : Teneur en Polyphénols totaux (mg/100g) des jus analysés

Les différences observées peuvent être liées selon KRZAK (2002) Aux conditions de culture, la saison, la méthode d'extraction, le degré de maturation des fruits et les conditions de l'environnement et selon FALLEH *et al.*, 2008 ; PODSEDEK, 2007 ; AMARAL *et al.*, 2010 la teneur phénolique d'une plante dépend d'un certain nombre de facteurs intrinsèques (génétique) et extrinsèques (origine géographique, conditions climatiques, les pratiques culturelles, la maturité à la récolte et les conditions de stockage).

Le test de comparaison de jus d'orange pur (témoin) de la marque Excellence avec les autres marques a révélé l'existence d'une différence significative avec les marques ; Candia, Daily et N'gaous (Tableau XX)

Tableau XX : Test Dunnett (bilatéral) analyse des différences ; Excellence/ marques

Contraste	Différence	Significatif
Excellence vs Rouïba	-1,327	Non
Excellence vs Candia	-27,963	Oui
Excellence vs N'gaous	-33,550	Oui
Excellence vs Daily	-44,873	Oui

Cette différence peut être attribuée au procédé de fabrication, s'agissant des oranges ou de concentré d'orange ; le point commun à la fabrication des jus de fruits commerciaux

transformés est le traitement thermique qui consiste généralement en une pasteurisation (et une évaporation pour les concentrés). IOANNOU et GHOUL (2012), indiquent que la plupart des procédés thermiques conduisent à une dégradation des composés phénoliques.

### 1.11. Teneur en Flavonoïdes:

Les flavonoïdes représentent une grande classe des composants polyphénoliques présent chez les végétaux ayant des effet bénéfiques sur la santé (ERDMAN *et al.*, 2007).

Les résultats obtenus pour la teneur en flavonoïdes totaux des marques de jus étudiées à savoir, Candia, Daily, N'gaous et Excellence sont représentés par la figure n° 23.

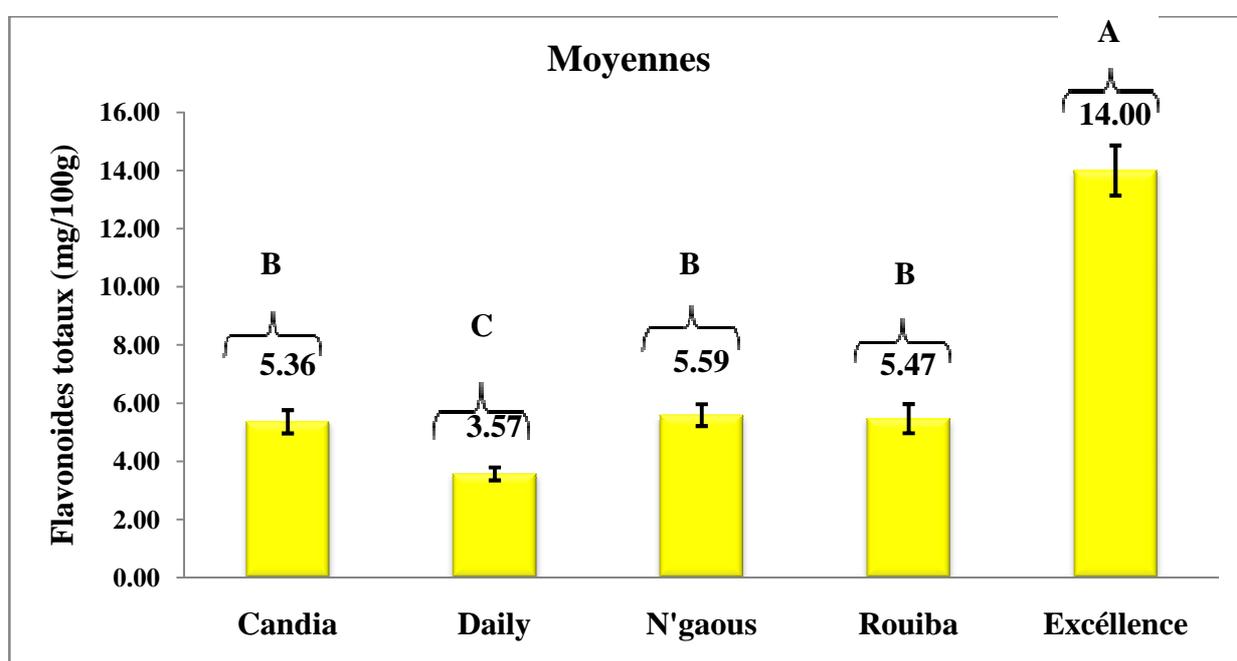


Figure n° 23 : Teneur en Flavonoïdes totaux (mg/100g) des jus analysés

Les teneurs moyennes en flavonoïdes totaux des jus analysés sont significativement différentes ( $p < 0,05$ ) ; elles varient de 3,57(Daily) à 14,00 mg/100g (Excellence) (figure 23). Ses résultats corrobore ou légèrement différent avec ceux trouvés par un certains nombre d'auteur ; en citant ; KHALED KHODJA (2008) dans l'étude de l'activité anti-oxydante des jus et pulpes de quelques variétés d'orange de la région de Bejaïa révèle des teneurs comprises entre 6,2 et 29,8 mg/100ml. TOUNSI *et al.* (2010) ont noté que la teneur en flavonoïdes dans les jus d'agrumes ; la mandarine, le citron, l'orange amère et l'orange sanguine sont respectivement de 8,53 ; 8,2 ; 6,78 et 3,47 mg /100g ; DIB et BOUTAREN,

(2007) dans l'étude de l'activité antioxydante de jus d'orange de la marque toudja ont trouvé une teneur en flavonoïdes totaux de 5,04 mg/100g

La teneur en flavonoïdes des oranges est fonction de leur origine génétique, de la période de récolte et des différentes parties du fruit analysées (VANAMALA *et al.*, 2006 ; LU *et al.*, 2006). Selon MELO *et al.* (2006) XU *et al.* (2008), la diversité des teneurs en flavonoïdes peut être due aux conditions environnementales (la lumière, climat, saison, et le soleil), le degré de maturation ainsi que la méthode analytique.

Le test de comparaison de jus d'orange pur (témoin) de la marque Excellence avec les autres marques a révélé l'existence d'une différence significative avec les marques ; Candia, Daily, N'gaous et Rouïba (Tableau XXI)

**Tableau XXI : Test Dunnett (bilatéral) analyse des différences ; Excellence/ marques**

Contraste	Différence	Significatif
Excellence vs Rouïba	-1,327	Non
Excellence vs Candia	-27,963	Oui
Excellence vs N'gaous	-33,550	Oui
Excellence vs Daily	-44,873	Oui

Comme les polyphénols cette différence peut être attribuée au procédé de fabrication, s' agissant des oranges ou de concentré d' orange, ainsi selon IOANNOU et GHOU (2012), les flavonoïdes sont sensibles au traitement thermique et quelque soit leur structure, une dégradation significative s'observe à une température supérieure à 100°C.

**1.12. Analyses statistique :**

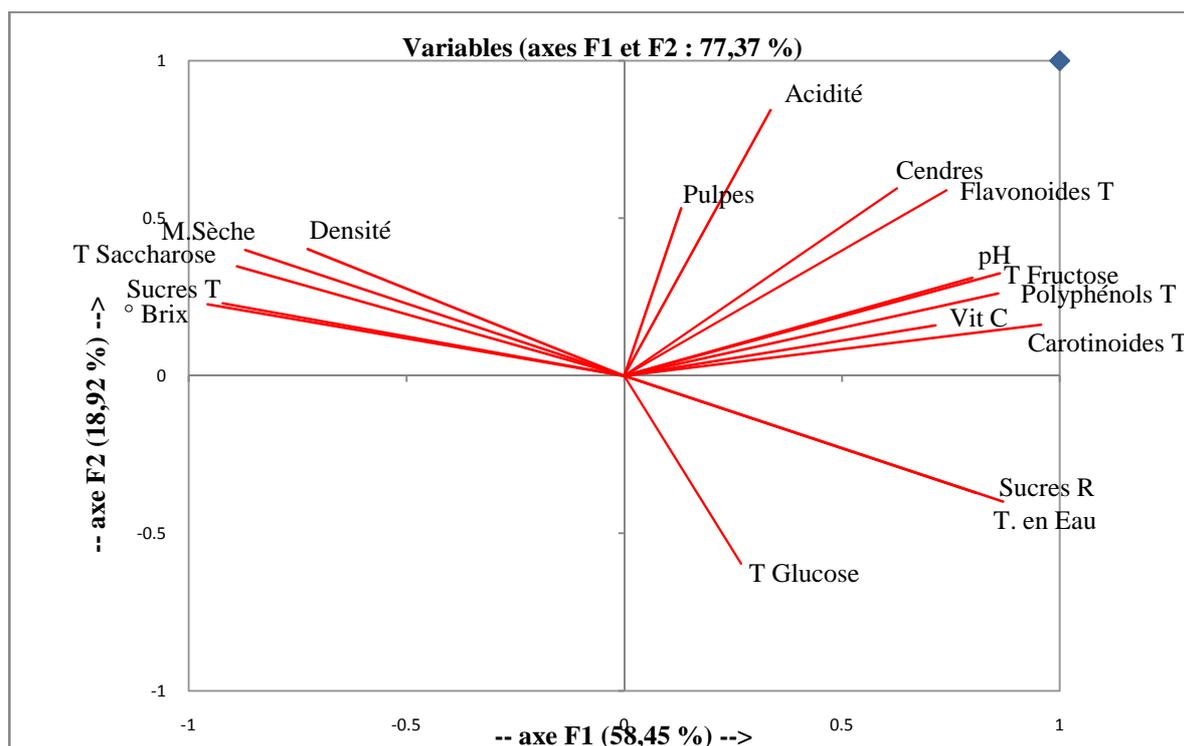
Le test de corrélation entre les différents paramètres physico-chimiques étudiés est donné par le tableau XXII

Une Analyse par Composante Principale (ACP) est réalisée en considérant les différents paramètres physicochimiques étudiés et les marques de jus en question. L'ACP montre que 77,37 % de la variance totale est représentée sur les axes 1 et 2, avec 58,45 % pour l'axe 1 et 18,92 % pour l'axe 2 (figure 24).

	pH	Acidité	Densité	Cendres	M.Sèche	Eau	Pulpes	° Brix	Fructose	Glucose	Saccharose	Sucres R	Sucres T	Vit C	Caroténoïdes	Polyphénols	Flavonoïdes
<b>pH</b>	1	<b>0,671</b>	<b>-0,626</b>	<b>0,767</b>	<b>-0,678</b>	<b>0,678</b>	0,026	<b>-0,765</b>	<b>0,813</b>	-0,067	<b>-0,590</b>	<b>0,489</b>	<b>-0,724</b>	<b>0,482</b>	<b>0,839</b>	<b>0,734</b>	<b>0,859</b>
<b>Acidité</b>	<b>0,671</b>	1	-0,039	<b>0,829</b>	0,027	-0,027	0,322	-0,118	<b>0,442</b>	-0,332	-0,010	-0,024	-0,085	0,201	0,373	0,359	<b>0,846</b>
<b>Densité</b>	<b>-0,626</b>	-0,039	1	-0,236	<b>0,812</b>	<b>-0,812</b>	0,305	<b>0,778</b>	<b>-0,509</b>	-0,338	<b>0,729</b>	<b>-0,678</b>	<b>0,721</b>	-0,263	<b>-0,568</b>	<b>-0,401</b>	-0,329
<b>Cendres</b>	<b>0,767</b>	<b>0,829</b>	-0,236	1	-0,254	0,254	0,360	<b>-0,419</b>	<b>0,496</b>	0,102	<b>-0,439</b>	<b>0,438</b>	-0,360	<b>0,464</b>	<b>0,606</b>	<b>0,562</b>	<b>0,944</b>
<b>M.Sèche</b>	<b>-0,678</b>	0,027	<b>0,812</b>	-0,254	1	<b>-1,000</b>	0,203	<b>0,946</b>	<b>-0,635</b>	-0,327	<b>0,843</b>	<b>-0,754</b>	<b>0,906</b>	<b>-0,456</b>	<b>-0,779</b>	<b>-0,652</b>	-0,379
<b>T. en Eau</b>	<b>0,678</b>	-0,027	<b>-0,812</b>	0,254	<b>-1,000</b>	1	-0,203	<b>-0,946</b>	<b>0,635</b>	0,327	<b>-0,843</b>	<b>0,754</b>	<b>-0,906</b>	<b>0,456</b>	<b>0,779</b>	<b>0,652</b>	0,379
<b>Pulpes</b>	0,026	0,322	0,305	0,360	0,203	-0,203	1	0,011	0,138	0,025	-0,078	0,119	0,035	<b>0,455</b>	0,243	0,352	0,391
<b>° Brix</b>	<b>-0,765</b>	-0,118	<b>0,778</b>	<b>-0,419</b>	<b>0,946</b>	<b>-0,946</b>	0,011	1	<b>-0,708</b>	-0,331	<b>0,897</b>	<b>-0,807</b>	<b>0,950</b>	<b>-0,661</b>	<b>-0,888</b>	<b>-0,769</b>	<b>-0,558</b>
<b>T Fructose</b>	<b>0,813</b>	<b>0,442</b>	<b>-0,509</b>	<b>0,496</b>	<b>-0,635</b>	<b>0,635</b>	0,138	<b>-0,708</b>	1	-0,318	<b>-0,499</b>	0,371	<b>-0,715</b>	<b>0,575</b>	<b>0,897</b>	<b>0,879</b>	<b>0,637</b>
<b>T Glucose</b>	-0,067	-0,332	-0,338	0,102	-0,327	0,327	0,025	-0,331	-0,318	1	<b>-0,651</b>	<b>0,763</b>	-0,271	0,180	0,062	-0,040	0,035
<b>T Saccharose</b>	<b>-0,590</b>	-0,010	<b>0,729</b>	<b>-0,439</b>	<b>0,843</b>	<b>-0,843</b>	-0,078	<b>0,897</b>	<b>-0,499</b>	<b>-0,651</b>	1	<b>-0,979</b>	<b>0,873</b>	<b>-0,636</b>	<b>-0,771</b>	<b>-0,649</b>	<b>-0,505</b>
<b>Sucres R</b>	<b>0,489</b>	-0,024	<b>-0,678</b>	<b>0,438</b>	<b>-0,754</b>	<b>0,754</b>	0,119	<b>-0,807</b>	0,371	<b>0,763</b>	<b>-0,979</b>	1	<b>-0,754</b>	<b>0,569</b>	<b>0,673</b>	<b>0,561</b>	<b>0,469</b>
<b>Sucres T</b>	<b>-0,724</b>	-0,085	<b>0,721</b>	-0,360	<b>0,906</b>	<b>-0,906</b>	0,035	<b>0,950</b>	<b>-0,715</b>	-0,271	<b>0,873</b>	<b>-0,754</b>	1	<b>-0,680</b>	<b>-0,865</b>	<b>-0,742</b>	<b>-0,500</b>
<b>Vit C</b>	<b>0,482</b>	0,201	-0,263	<b>0,464</b>	<b>-0,456</b>	<b>0,456</b>	<b>0,455</b>	<b>-0,661</b>	<b>0,575</b>	0,180	<b>-0,636</b>	<b>0,569</b>	<b>-0,680</b>	1	<b>0,759</b>	<b>0,738</b>	<b>0,565</b>
<b>Caroténoïdes</b>	<b>0,839</b>	0,373	<b>-0,568</b>	<b>0,606</b>	<b>-0,779</b>	<b>0,779</b>	0,243	<b>-0,888</b>	<b>0,897</b>	0,062	<b>-0,771</b>	<b>0,673</b>	<b>-0,865</b>	<b>0,759</b>	1	<b>0,961</b>	<b>0,740</b>
<b>Polyphénols</b>	<b>0,734</b>	0,359	<b>-0,401</b>	<b>0,562</b>	<b>-0,652</b>	<b>0,652</b>	0,352	<b>-0,769</b>	<b>0,879</b>	-0,040	<b>-0,649</b>	<b>0,561</b>	<b>-0,742</b>	<b>0,738</b>	<b>0,961</b>	1	<b>0,690</b>
<b>Flavonoïdes</b>	<b>0,859</b>	<b>0,846</b>	-0,329	<b>0,944</b>	-0,379	0,379	0,391	<b>-0,558</b>	<b>0,637</b>	0,035	<b>-0,505</b>	<b>0,469</b>	<b>-0,500</b>	<b>0,565</b>	<b>0,740</b>	<b>0,690</b>	1

*En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil  $\alpha=0,050$  (test bilatéral)*

Tableau XXII : Teste de corrélation



**Figure n° 24 : ACP ; carrée des corrélations entre les paramètres étudiés**

Le premier carré d'ACP caractérise les variables étudiées (figure 24) ; en effet 58,69 % de l'information est portée sur l'axe horizontal expliquant les corrélations, ainsi deux principales corrélations positives ont été remarquées ; la première rassemble les antioxydants à savoir ; les caroténoïdes, les polyphénols, les flavonoïdes et la vitamine C, qui s'oppose à un second groupe rassemblant la densité, la matière sèche, les sucres totaux, le saccharose et le taux de solide soluble. Il ya lieu de noter aussi d'autres corrélations positives à savoir ; l'acidité et le pH ; les sucres réducteurs et la teneur en eau.

Sur le second carré d'ACP caractérisant les observations (figure 25) , on peut tirer les remarques suivantes :

- La marque Excellence se spécifié des autres, par son acidité élevée et par les fortes teneurs en cendres et en flavonoïdes ;
- La marque Candia se caractérise par sa densité et sa teneur élevée en sucres totaux, en saccharose et en °Brix ;
- La marque N'gaous est caractérisée par sa richesse en sucres réducteurs en particulier le glucose ;

- La marque Rouïba se spécifié par de fortes teneurs en eau et en sucres réducteur et elle partage avec la marque Excellence les teneurs élevées en caroténoïdes, en polyphénols, en vitamine C et en fructose.
- La marque Daily se trouve opposée négativement aux marques Excellence et Rouïba, donc c'est la plus pauvre sur le plan nutritionnel.

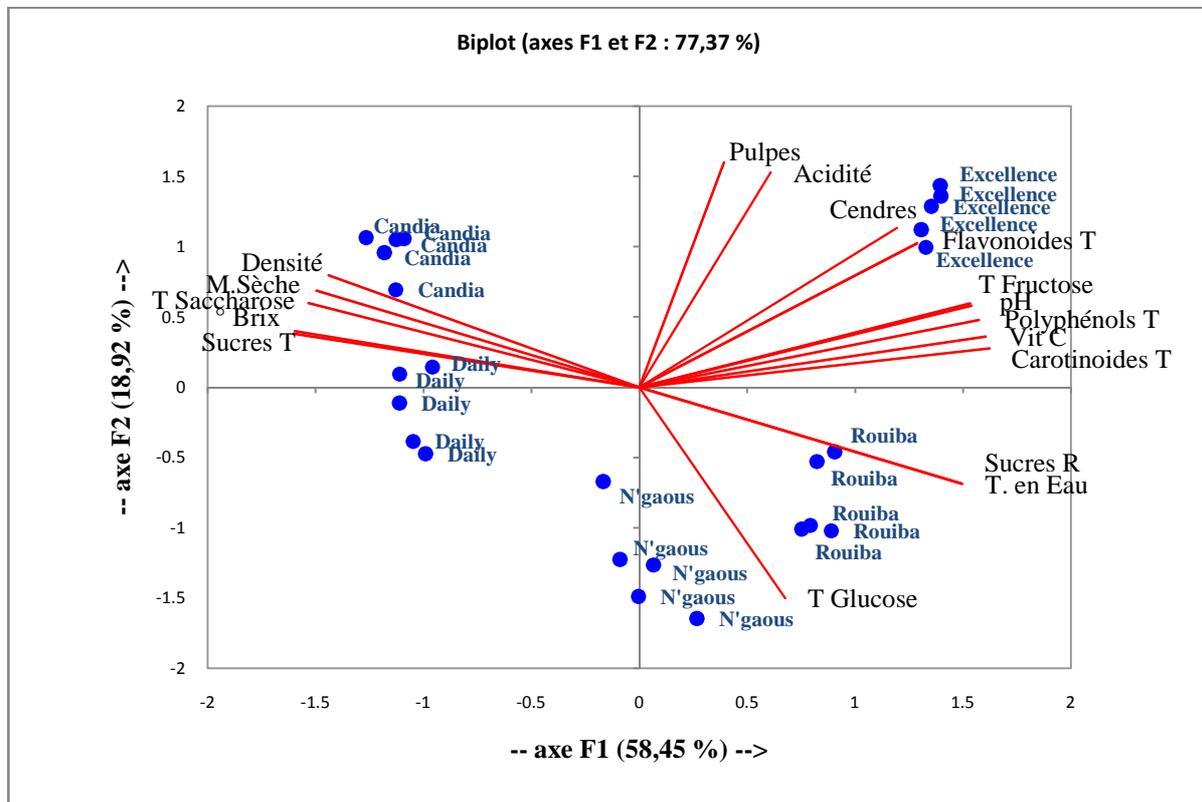


Figure 25 : ACP ; Carré des observations

## 2. Résultats des analyses Microbiologiques :

Globalement les analyses microbiologiques permettent de fournir certains indices sur la qualité du produit obtenu a la fin du processus de fabrication. Le dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux qui est un indice de l'état d'hygiène général du produit. Le dénombrement des groupes des germes indicateurs de contamination fécal à savoir les coliformes totaux et fécaux, pour les germes pathogènes on a dénombré le Staphylococcus Aureus et en fin pour la qualité marchande du produit on a dénombré les Levures et Moisissures.

Les résultats d'analyses microbiologiques des groupes de micro-organismes recherchés dans les marques de jus étudiées sont portés sur le tableau XXIII :

Tableau XXIII ; Résultats d'analyses microbiologique des jus étudiés

Marques	N°	Germe testés					
		F.A.M.T	Coliformes T et F	Staphylococcus aureus	Levures	Moisissures	Obs
Candia	1	Abs	Abs	Abs	<b>490</b>	<b>10</b>	<b>N.S.</b>
	2	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	S
	3	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	S
Daily	1	<b>10</b>	Abs	Abs	<b>310</b>	Abs	<b>N.S.</b>
	2	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	S
	3	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	S
N'gaous	1	<b>10</b>	Abs	Abs	<b>470</b>	<b>10</b>	<b>N.S.</b>
	2	Abs	Abs	Abs	<b>450</b>	<b>10</b>	<b>N.S.</b>
	3	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	S
Rouïba	1	<b>10</b>	Abs	Abs	<b>360</b>	<b>10</b>	<b>N.S.</b>
	2	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	S
	3	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	S
Excellence	1	Abs	Abs	Abs	<b>430</b>	<b>10</b>	<b>N.S.</b>
	2	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	S
	3	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	S

La qualité microbiologique des jus d'orange étudiés est interprétée conformément à l'arrêté interministériel du 24 janvier 1998 (JORA, 1998). Elle est estimée par le qualificatif satisfaisant ou non satisfaisant, en testant quatre groupes de germes, noté paramètres. Un paramètre faisant défaut conduit à la qualité non satisfaisante. Ainsi, il ressort des résultats obtenus (tableau XXIII) que sur les quinze échantillons analysés, six (40%) sont de qualité non satisfaisante. Il s'agit en effet des échantillons n° 01 de chacune des marques étudiées.

Nous constatons ainsi que la qualité non satisfaisante des échantillons est due principalement aux levures, ensuite aux moisissures et aux germes totaux. LARPENT et CHOUETTE (1997) soulignent que les levures sont les principaux agents d'altération des boissons. Il est à signaler que la flore originelle des boissons provient essentiellement des fruits et légumes qui en constituent la matière première (LEYRAL et VIEILING, 2007) et que d'autres contaminations sont apportées par le sucre et les sirops sucrés (levures

osmophiles, moisissures), par le matériel utilisé pour la fabrication (levures et moisissures) et par les manipulations (germes de contamination fécale) (GUIRAUD, 1998). Ces altérations se manifestent par des modifications de l'aspect, de l'odeur et du goût comme elles se traduisent par l'augmentation de la pression dans les récipients (BOURGEOIS *et al.*, 1996) qui résultent des fermentations qu'elles soient rapides comme c'est le cas de *Saccharomyces cerevisiae* ou lente comme *Zygosaccharomyces bailii* (LARPENT et CHOUNETTE, 1997). GUIRAUD (1998) signale que ces altérations sont peu dangereuses du point de vue sanitaire mais elles ont une grande importance du point de vue économique. Les jus d'orange sont donc des produits sélectifs. Cette sélectivité est due à l'effet des agents du milieu, notamment du bas pH, et de la forte pression osmotique due à la présence de sucre (LARPENT et CHOUNETTE, 1997) et seuls les germes acidophiles et osmophiles pourront se multiplier (GUIRAUD, 1998).

Dans notre étude les levures ont été détectées dans 40 % des échantillons analysés et les moisissures dans 33.33%. La flore fongique représente 23% des microorganismes isolés de 90 échantillons de boissons non alcoolisées en Nigeria par ORANUSI *et al.* (1994); 16% d'entre elles sont des levures identifiées comme étant *Saccharomyces cerevisiae* et 7% des moisissures représentées par *Aspergillus niger*. Selon ces mêmes auteurs *Aspergillus* est détecté à 100% dans la boisson «Soda» par contre *Saccharomyces* est décelé à 40% dans la boisson «Orange» et à 60% dans la boisson «Soda». D'autre part tous les isolats sont des saprophytes et non des pathogènes ce qui confirme l'hypothèse émise précédemment par GUIRAUD (1998)

Selon (GUIRAUD, 1998) les germes présentent dans les jus de fruits et les autres boissons non alcoolisées proviennent en grande partie de la matière première comme le concentré et le sucre (Levures osmophiles, Moisissures et *Leuconostoc*).

L'absence totale des germes indicateurs de contamination fécale à savoir les coliformes totaux et fécaux, et des germes pathogènes le cas de *Staphylococcus aureus* pour tous les échantillons testés confirme la bonne qualité microbiologique de ses dernières. Selon (BOURGEOIS et LARPENT, 1996), ces résultats confirment l'efficacité du traitement thermique et la maîtrise des risques microbiologiques de la matière première jusqu'au produit fini.

### 3. Résultats d'Analyse Hédonique :

Pendant le processus de dégustation d'un aliment, certains de ses constituants stimulent nos sens et induisent des réactions physiologiques que nous traduisons en termes subjectifs pour décrire sa qualité gustative ou, de manière plus générale, ses propriétés sensorielles.

Ainsi, la flaveur, qui constitue une des propriétés sensorielles, est une interprétation psychologique des phénomènes physiologiques qui se déclenchent lors de la dégustation de l'aliment (NOBLE, 1996).

L'évaluation précise de la flaveur d'un aliment repose sur l'analyse sensorielle réalisée par un jury de dégustation. En outre, l'analyse sensorielle représente une source d'information essentielle qui, dans bien de cas, reproduit les préférences et les tendances des consommateurs. Par conséquent, le but du jury, en tant qu'« instrument de mesure », est de fournir d'une manière aussi objective que possible des données précises et fiables. (VIRGILI *et al.*, 1994).

Dans notre étude on a évalué trois caractéristiques hédonique des marques de jus d'orange étudiées à savoir le goût, la couleur et l'odeur.

### 3.1. Le Gout :

La flaveur peut se décomposer en quatre composantes : l'arôme et l'arrière-goût (perçus par les récepteurs olfactifs de l'épithélium nasal), la saveur (perçue par les papilles gustatives de la cavité buccale) et la consistance (déterminée par le contact de l'aliment avec les parois de la cavité buccale, la surface de la langue et la gorge) (CARPENTER *et al.*, 2000).

Les résultats obtenus pour l'appréciation de goût des jus étudiés sont portés sur la figure 26.

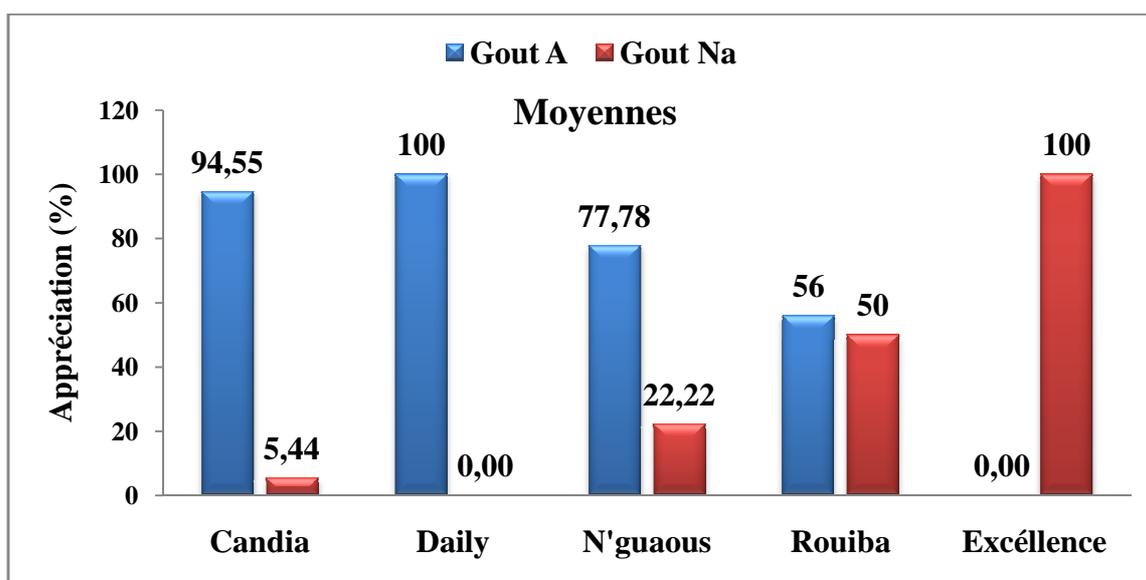


Figure n° 26 : Appréciation de goût (%) des jus étudiés

L'analyse des résultats de la figure n° 26 montre une variation des perceptions gustatives relevées par l'ensemble des dégustateurs qui ont composé le juré, ainsi on a

remarqué les préférences des dégustateurs sont orientées beaucoup plus aux jus des marques Daily et Candia, avec respectivement 100% et 94,55% pour le gout appréciable ; tandis que la marque Excellence est non de tout préférée ; de ce fait ; elle enregistre 100 % de gout non appréciable.

A fin de mettre en évidence l'effet de profile physico-chimique sur le profile sensoriel des jus étudiés, ensuite d'expliquer les tendances et préférences des dégustateurs, on a procédé à une analyse en composantes principales ACP, ainsi les résultats obtenus pour le premier caractère sensoriel étudié, à savoir ; le gout sont illustrés sur les figure 27 et 28 ;

Le premier carré d'ACP caractérise les variables étudiées (figure 27) ; en effet 57,69 % de l'information est portée sur l'axe horizontal expliquant les corrélations, ainsi une corrélation positive de gout appréciable avec la teneur en sucres totaux et celles de saccharose, s'opposant au gout non appréciable ayant une corrélation positive avec les teneurs en fructose, en flavonoïdes, cendres et l'acidité, tandis que la teneur en glucose semble ne pas avoir un effet sur le gout suite à l'absence de corrélation. Selon (NAGY et SHAW, 1990) on distingue la flaveur des oranges presque exclusivement grâce à ces constituants. Les composés non volatils tels que les sucres, les acides et les sels minéraux donnent au jus des saveurs acidulées, sucrées, légèrement amères et même salées.

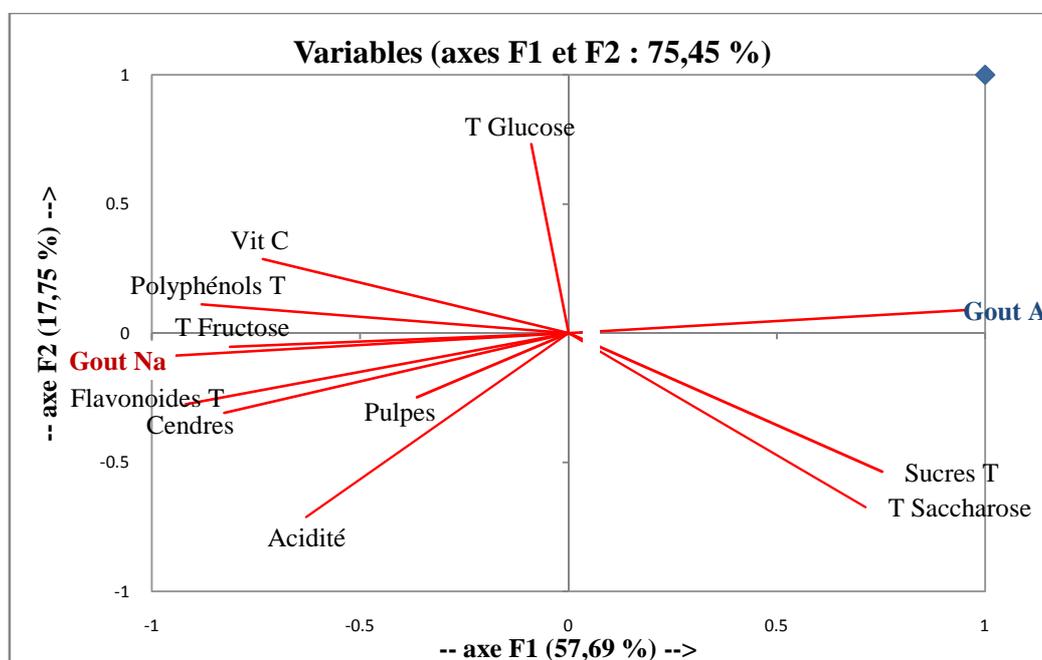
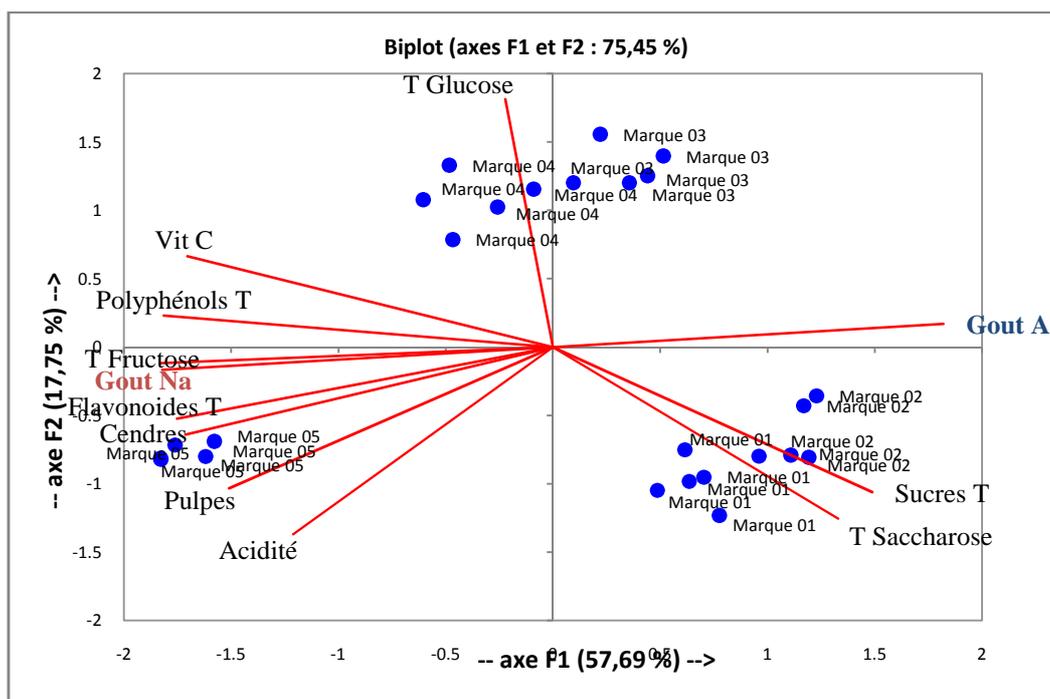


Figure 27 : ACP ; caractéristiques physico-chimiques et le gout ; carré des corrélations

Sur le second carré caractérisant les observations (figure 28), on remarque que les marques de jus Candia et Daily riches en saccharose sont plus appréciées par l'ensemble des dégustateurs tandis que la marque excellence riche en fructose se trouve non appréciée par l'ensemble de dégustateur, les autres marques à savoir N'gaous et Rouïba occupent une place intermédiaire, ceci s'explique par leur profil physicochimiques plus ou moins équilibrés, notant aussi les teneurs élevées des jus de la marque N'gaous en glucose.



**Figure 28 : ACP ; caractéristiques physico-chimiques et le gout ; observations**

Il ressort de l'interprétation des deux carrés d'ACP l'implication des sucres dans la saveur des jus, AHMED *et al.* (1978a) note que les glucides ont une influence remarquable sur les constituants volatiles du jus et modifie en effet ; la perception sensorielle des arômes. Les échantillons de jus de la marque Excellence sont non appréciés par l'ensemble des dégustateurs en dépit de leurs richesses en fructose, plus sucrant que le saccharose ; ceci peut s'expliquer par un masquage de gout sucré par une forte teneur en flavonoïdes et acides organiques. Selon (ROUSEFF *et al.*, 1987), La majorité des flavonoïdes du jus d'orange appartient au groupe des *flavanone glycosides*. Ils sont importants car certains de ces composés sont responsables de l'amertume du jus.

### 3.2. L'odeur :

Un produit alimentaire est constitué de nombreux composés odorants, qui peuvent être perçus soit par voie nasale directe, ce qui caractérise l'odeur, soit par voie rétronasale lorsque l'aliment est placé dans la bouche, ce qui donne naissance à l'arôme. Ces deux perceptions font partie d'un ensemble désigné sous le nom de flaveur et qui regroupe la saveur, l'astringence, l'odeur, l'arôme et la pseudo-chaleur (RICHARD, 1992).

Les résultats obtenus pour l'appréciation d'odeur des jus étudiés sont portés sur la figure 29 :

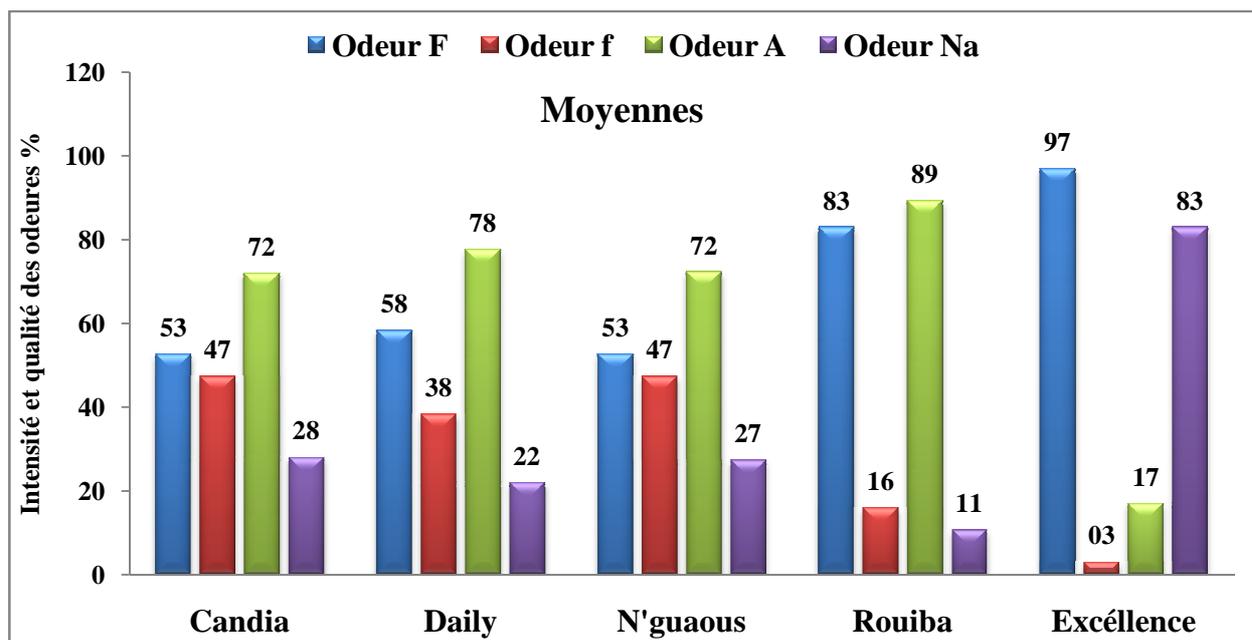
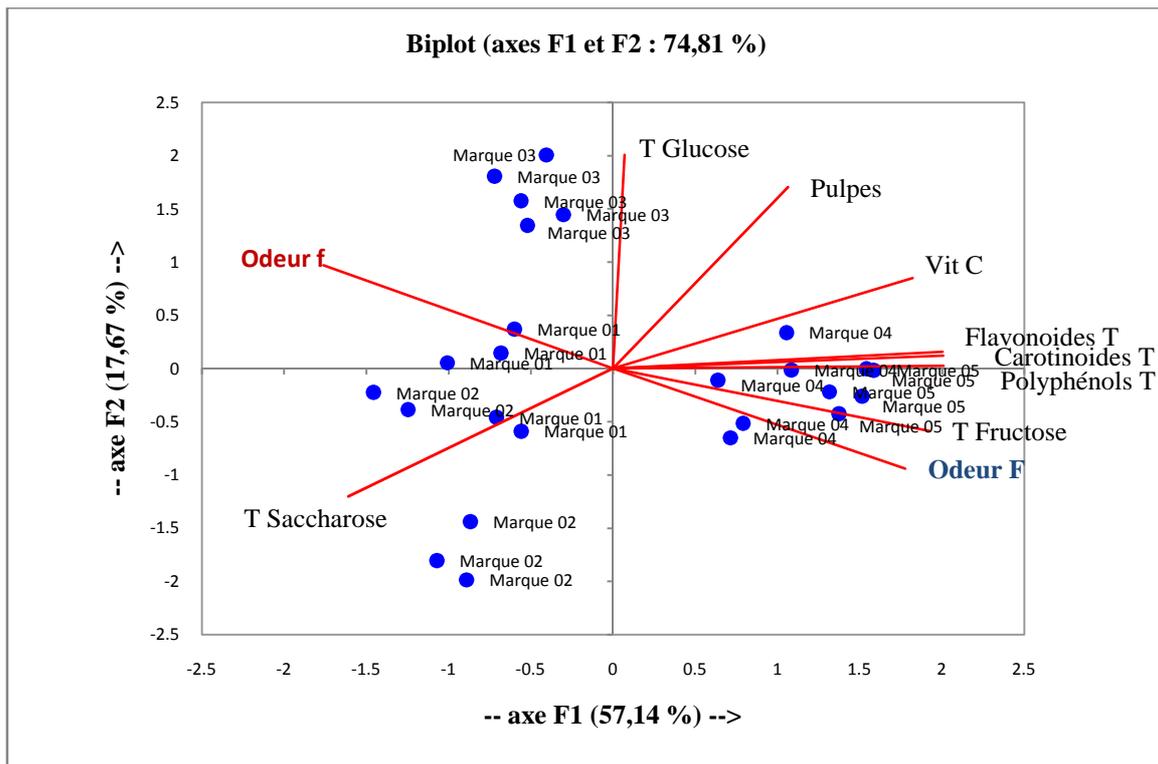


Figure n° 29 : Appréciation de l'odeur (%) des jus étudiés

L'analyse des résultats de la figure n° 29 montre que les marques Rouïba et Excellence se caractérisent par des odeurs fortes avec respectivement 83 et 97 % de préférence, sauf que ses odeurs sont appréciées par 83% de dégustateurs pour la marque Rouïba contre uniquement 17% pour la marque Excellence. Les autres marques à savoir Candia, Daily et N'gaous montrent une progression similaire ou légèrement différente des perceptions olfactives testées, avec respectivement 53, 58 et 53% pour l'odeur forte, qui soit appréciée par 72, 78 et 72% de dégustateurs.

Une Analyse par Composantes Principales (ACP) est réalisée en considérant les différentes odeurs testées. Une première ACP montre que 74,81 % de la variance totale est représentée sur les axes 1 et 2, avec 57,14 % pour l'axe 1 et 17,67 % pour l'axe 2 (figure 30).



**Figure 30 : ACP ; profile physico-chimiques et intensité de l'odeur ; carré des individus**

Sur cette première ACP caractérisant l'intensité de l'odeur (figure 30) ; forte ou faible, on remarque sur l'axe horizontal une corrélation positive de l'odeur forte avec les teneurs en fructose, polyphénols totaux, carotinoïdes, flavonoïdes et vitamine C, qui s'oppose à l'odeur faible corrélée négativement avec la teneur en saccharose ; ainsi on peut conclure que les jus des marques Rouïba et Excellence ayant des fortes teneurs en fructose, en polyphénols, caroténoïdes, vitamine C et flavonoïdes pour la marque Excellence, prononcent une odeur forte.

Une deuxième ACP montre que 78,53 % de la variance totale est représentée sur les axes 1 et 2, avec 58,96 % pour l'axe 1 et 19,57 % pour l'axe 2 (Figure 31).

Sur cette ACP caractérisant la qualité de l'odeur ; appréciable ou non appréciable, on remarque sur l'axe horizontal une corrélation positive de gout non appréciable avec la teneurs en flavonoïdes ; ainsi on peut conclure que la marque Excellence ayant des fortes teneurs en flavonoïdes prononce une odeur non appréciable.

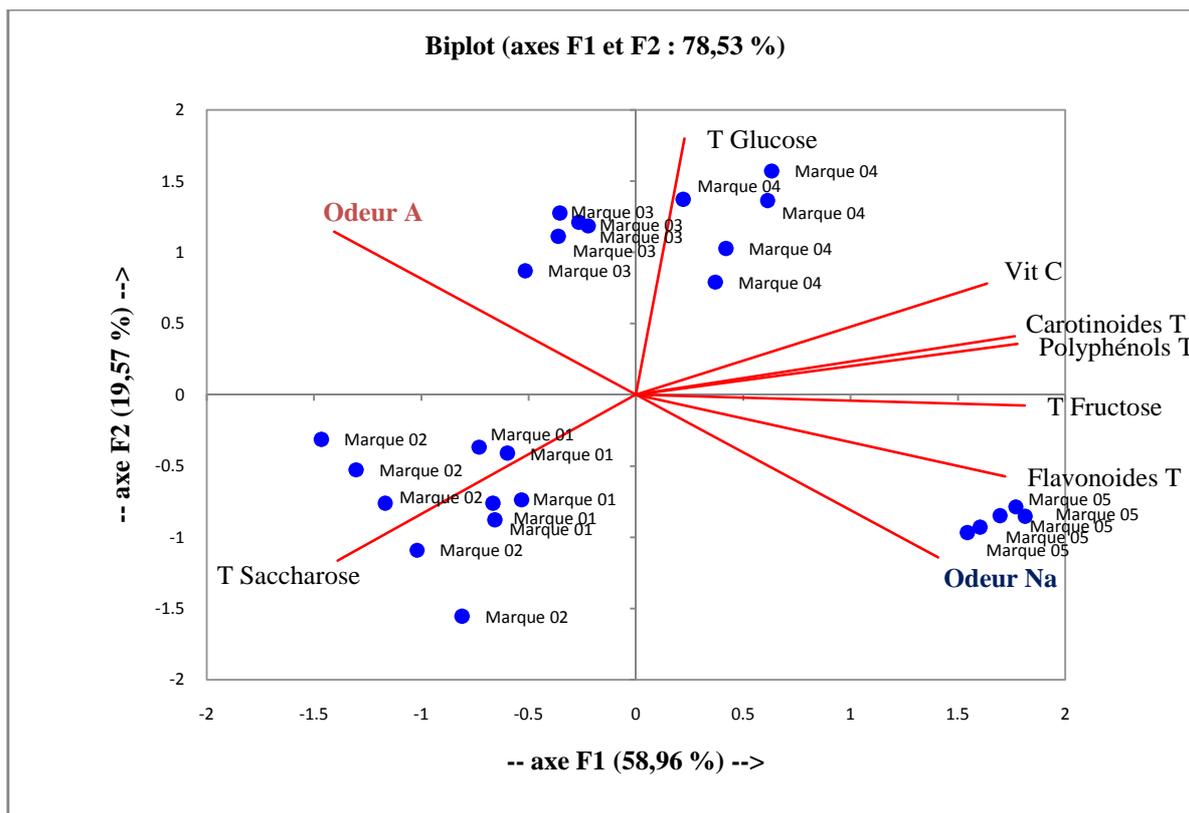


Figure 31 : ACP ; profile physico-chimiques et qualité de l’odeur ; carré des individus

### 3.3. La couleur :

La couleur ou perception visuelle, présente une importance capitale dans l’analyse hédonique des aliments ; ainsi elle détermine et influence l’intensité des sensations gustative et olfactives.

Comme le gout la couleur aussi montre une nette variation des perceptions visuelle relevées par l’ensemble des dégustateurs qui ont composé le juré (figure n° 32), ainsi on peut classer les marques de jus testés en trois groupes distinct ; les jus de couleur orange représentés par les marques Excellence et Rouïba, une couleur jaune orangé pour les marques N’gaous et Candia, enfin la marque Daily avec une couleur jaune.

Une étroite corrélation positive à été relevée entre la coloration des jus analysés et leurs teneur en caroténoïdes, en effet les jus à forte teneur en caroténoïdes ont des colorations orange, passe progressivement à la couler jaune orangé pour les teneurs intermédiaire pour atteindre la coloration jaune avec les jus de faible teneur en caroténoïdes (figure 33) ;

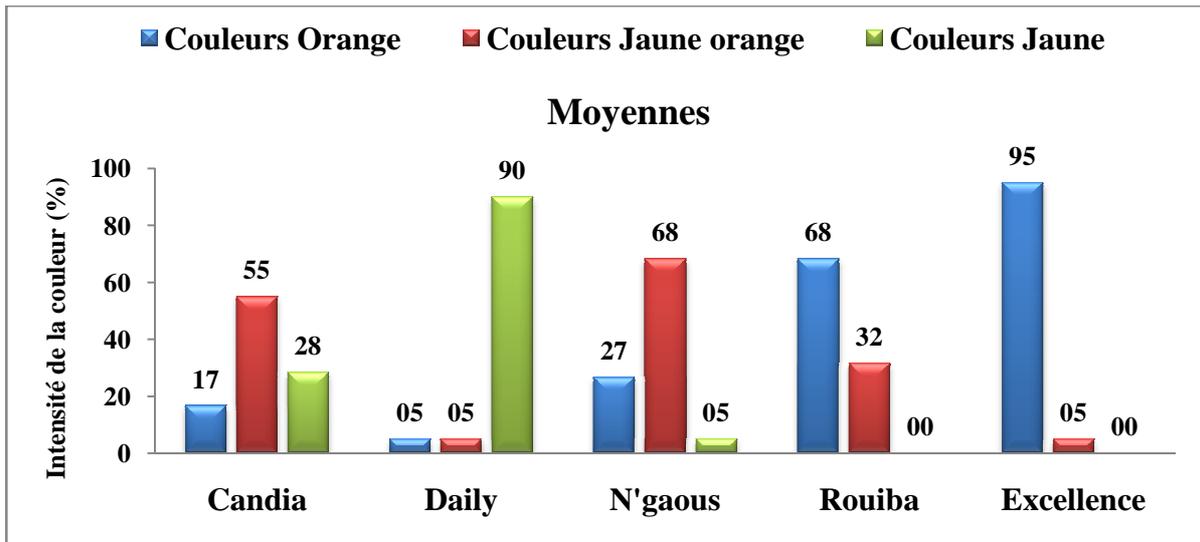


Figure n° 32 : Couleur (%) des marques de jus étudiées

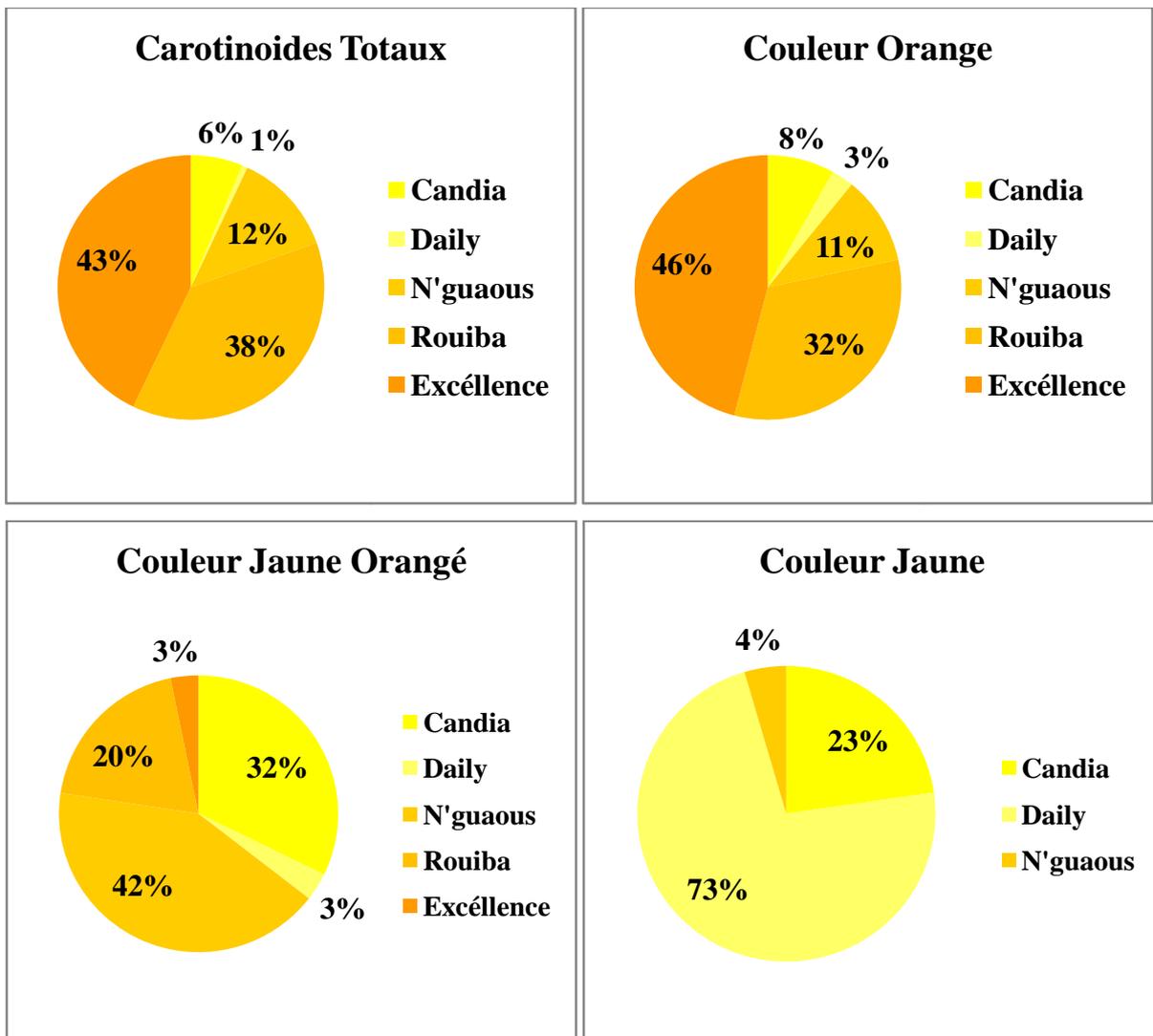


Figure n° 33 : Relation entre la teneur en caroténoïdes et la coloration des jus

Une Analyse par Composante Principale (ACP) est réalisée en considérant les différentes couleurs relevées et la teneur en caroténoïdes des jus étudiés. L'ACP montre que 97,52 % de la variance totale est représentée sur les axes 1 et 2, avec 63,21 % pour l'axe 1 et 34,31 % pour l'axe 2 (figure 34).

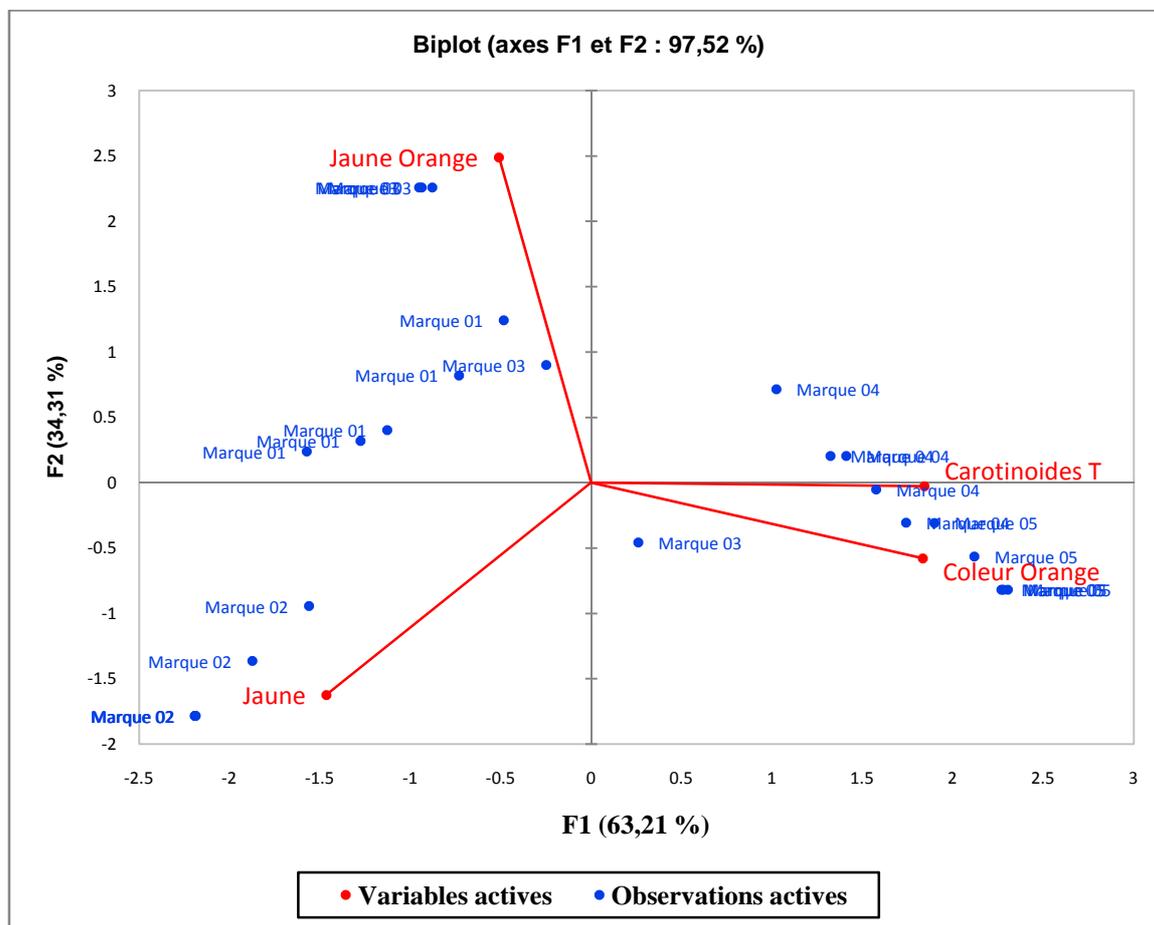


Figure 34 : ACP ; teneur en caroténoïdes la couleur des jus ; carré des individus

Sur l'axe horizontal on remarque une forte corrélation entre la teneur en caroténoïdes et la couleur orange, opposant positivement la couleur orange et négativement la couleur jaune, ainsi les jus des marques Excellence et Rouïba riche en caroténoïdes sont de couleur orange ; tandis que la marque Daily la plus appauvris en caroténoïdes est de couleur jaune.

# Conclusion

**Conclusion :**

Dans l'industrie agroalimentaire, la qualité et la stabilité du produit fabriqué est devenue un critère indispensable et une exigence incontestable pour les entreprises confrontées à une compétitivité de plus en plus rude. Afin de mettre sur le marché un produit compétitif, qui répond aux exigences du consommateur en matière de qualité, il est primordial à l'entreprise de veiller sur le procédé, la maîtrise des matières premières et la bonne pratique des règles d'hygiène.

La présente étude a permis la caractérisation nutritionnelle, hygiénique et organoleptique de quelques marques de jus d'orange. Dans un premier volet nous avons évalué la qualité nutritionnelle de ses marques, ainsi à travers les résultats obtenus, on note que le pur jus d'orange de la marque Excellence, comparée aux autres marques de jus d'orange à base de concentré, présente le meilleur profil nutritionnel ; par ses fortes teneurs en acides organiques, en cendres et en antioxydants et par des taux relativement bas en sucres totaux, avec dominance de fructose . En comparant les marques de jus d'orange à base de concentré étudiées ; Candia, Daily, N'gaous et Rouiba ; on conclut que chacune d'elle possède ses propres caractéristiques parfois similaires ou très proches entre plusieurs marques. En effet on distingue surtout la marque Rouïba par ses teneurs élevées en vitamine C, en caroténoïdes totaux et en polyphénols totaux et par des taux relativement bas en sucres totaux, avec dominance de fructose ; de ce fait elle se rapproche d'avantage au profil nutritionnel de pur jus d'orange de la marque Excellence. Les marques Candia et Daily se différencient par des taux élevés en extraits sec soluble et en sucres totaux avec dominance de saccharose. Quand à la marque N'gaous, bien qu'elle présente un profil nutritionnel intermédiaire, elle se distingue par ses teneurs élevées en glucose. Il ya lieu de noter aussi que la marque Daily, excepté sa teneur élevée en saccharose, elle enregistre les teneurs les plus basses en d'autres éléments nutritionnels ; elle se qualifiée donc de qualité nutritionnelle inférieure.

Le deuxième volet de cette étude concerne l'évaluation microbiologique des marques de jus étudiées, à travers les résultats obtenus, on note que excepté, les premiers échantillons de chaque marque analysée, dont on a relevé un nombre réduit en levures, moisissures et germes totaux ; chose peut être attribuée au niveau d'hygiène générale des unités de production, à la durée et au conditions de stockage au niveau des étalages de vente, en fin au conditions analytiques ; les deux autres échantillons de toutes les marques étudiées montre l'absence

totale en germes recherchés ; ceci donne une idée sur le niveau d'hygiène général des unités de production et de l'efficacité des traitements thermiques appliqués.

L'évaluation hédonique des marques de jus étudiées, montre que les préférences et les tendances des dégustateurs, s'orientent d'avantage vers les jus les plus sucrés ; ainsi les marques de jus contenant des teneurs élevées en sucres totaux en particulier le saccharose ; dans le cas des marques Candia et Daily et de glucose ; dans le cas de la marque N'gaous sont les plus appréciées par l'ensemble de dégustateurs composant le jury ; quand aux jus ayant une qualité nutritionnelle élevée, sont plus au moins ou non de tout appréciée par l'ensemble de dégustateurs, c'est le cas de la marque Excellence et à degré moindres la marque Rouïba.

Dans le but de compléter ce travail, il serait intéressant :

- D'élargir cette étude à d'autres marques de jus d'orange ;
- D'étudier l'effet des traitements technologiques sur l'activité antioxydante des jus d'oranges.
- D'identifier les différents antioxydants des jus d'oranges.
- D'étudier l'effet de profil physicochimique sur le profil sensoriel des jus d'orange

# Références bibliographiques

❖ **Références bibliographiques :**

A

- ❖ **AFNOR, 1986.** Produits dérivés des fruits. (2<sup>ème</sup> ED) AFNOR-Tour Europe, pp 81-85.
- ❖ **AHMED, E. M.; DENNISON, R. A.; DOUGHERTY, R. H.; SHAW, P. E. 1978a.** Effect,of non Volatile Orange Juice Components, Acid, Sugar, and Pectin on the Flavor Threshold of *d*-limonene in Water. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 26 (1): 192-194.
- ❖ **AHMED, E. M.; DENNISON, R. A.; DOUGHERTY, R. H.; SHAW, P. E. 1978b.** Flavor and Odor Thresholds in Water of Selected Orange Juice Components. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 26 (1): 187-191.
- ❖ **AHMED, E. M.; DENNISON, R. A.; DOUGHERTY, R. H.; SHAW, P. E. 1978c.** Effect of Selected Oil and Essence Volatile Components on Flavor Quality of Pumpout Orange Juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 26 (2): 368-372.
- ❖ **ALI S., MASUD T. ET ABBASI K S., 2011.** Physico-chemical characteristics of apricot (*Prunus armeniaca L.*) grown in Northern Areas of Pakistan. *Scientia Horticulturae.* 130: 386–392.
- ❖ **AMARAL, J.S., VALENTAO, P., ANDRADE, P.B., MARTINS, R.C., SEABRA, R.M., 2010.** Phenolic composition of hazelnut leaves: influence of cultivar, geographical origin and ripening stage. *Sci. Hortic.* 126, 306–313.
- ❖ **(AOAC, 2002).** AOAC. Official Methods of Analysis.17th Ed. Gaithersburg, USA. 2002. 480 p.
- ❖ **ARENA, E.; CAMPISI, S.; FALLICO, B.; MACCARONE, E. 1998.** Fatty Acids of Italian Blood Orange Juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 46 (10): 4138-4143.
- ❖ **APAB, 2011 :** (Association des Producteurs Algériens de Boissons). (2011). Guide des bonnes pratiques d'hygiène, industrie algérienne des jus de fruits, nectars et produit dérivés. Algérie, 151p. <<http://apab-algerie.org/index.php/filiere-boissons/etudes-sectorielles>>
- ❖ **AUDIGIE L., FIGARELLA J. ET ZONSZAIN F. (1978).** . Manipulation biochimique. Ed. Doin. Paris. 1978. 274p.

B

- ❖ **BRADDOCK R.J. (1999).** Juice processing operations. In Handbook of citrus by-products and processing technology. New York: Wiley. 35-51.
- ❖ **BAHORUN T., GRESSIER B., TROTIN F., BRUNETE C., DINE T., VASSEUR J., GAZIN J.C., PINKAS M., LUYCKY M. ET GAZIN M., 1996.** Oxigen species

scavenging activity of phenolic extract from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparation. *Arzneim Forsh / Drug Res* : 1-6.

- ❖ **BARKATOVEJ, ELISSEV H, 1979.** guide de travaux pratiques de contrôle technico-chimique de la production des conserves.
- ❖ **(BARON, 2002).** Baron A. (2002). Jus de fruits. In Technologies de transformation des fruits. XX Eds Paris: Tec & Doc.
- ❖ **BELLIOT J. P. (2003)** Stabilité des vitamines. In *Les vitamines dans les industries agroalimentaires*, pp. 289 [C Bourgeois, editor]. Paris: TEC & DOC, Lavoisier.
- ❖ **BENK, E. (1961)** ·Jinernlwasse,., 14, 469 (196.)
- ❖ **BIRLOUEZ-ARAGON I. (2004)** Que penser de l'impact nutritionnel et santé des jus de fruits et autres aliments enrichis en vitamine C. *Informations diététiques* **4**, 39-42.
- ❖ **BODIN M., ABTROUN A., BOUDRA A., JOLIBERT F., TIRARD A. et TOUAIBA H. (2005).** Etude de la filière boissons, Euro développement pme Alger.
- ❖ **BOUDRA A. (2007).** Industries des boissons et de jus de fruits, Recueil des fiches sous sectorielles.
- ❖ **BOURGEOIS et LARPENT, 1996 :** microbiologie alimentaire, tomes II édition technique et documentation Lavoisier 20030708.
- ❖ **BOURJEOIS C.M., MESCLE J. F. et ZUCCA J. (1996).** Microbiologie alimentaire, Tome1: Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments, 2ème Ed. Techniques et documentations - Lavoisier. Paris. 672 p.
- ❖ **BRITTON G., LIAAEN-JENSEN S. ET PFANDER H., 2004.** Carotenoids Handbook. *Springer*, pp:1-33.
- ❖ **BUETTNER, A.; SCHIEBERLE, P. 2000.** Influence of Mastication on the Concentrations of Aroma Volatiles - Some Aspects of Flavour Release and Flavour Perception. *Food Chemistry*. *71* (3): 347-354.
- ❖ **BUETTNER A., SCHIEBERLE P. (2001).** Evaluation of aroma differences between hand squeezed juices from Valencia Late and Navel oranges by quantitation of key odorants and flavor reconstitution experiments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *49* (5), 2387-2394.
- ❖ **BUETTNER, A. ; SCHIEBERLE, P. 2001a.** Application of a Comparative Aroma Extract Dilution Analysis to Monitor Changes in Orange Juice Aroma Compounds During Processing. In: *Leland, J. V.; Schieberle, P.; Buettner, A.; Acree, T. E. (Eds.) 2001. Gas Chromatography-Olfactometry. The State of the Art. ACS Symposium Series. No 782. American Chemical Society, p: 33-45*

- ❖ **BUETTNER, A.; SCHIEBERLE, P. 2001b.** Evaluation of Aroma Differences Between Hand-Squeezed Juices from Valencia Late and Navel Orange by Quantitation of Key Odorants and Flavor Reconstitution Experiments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49 (5): 2387-2394.
- ❖ **BUETTNER, A.; SCHIEBERLE, P. 2001c.** Aroma Properties of a Homologous Series of 2,3-Epoxyalkanals and *trans*-4,5-Epoxyalk-2-enals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49 (8): 3881-3884.

---

**C**

- ❖ **CARTER, R. D.; BARROS, S. M. 1988.** Flavor Evaluations of Florida Frozen Concentrated Orange Juice Blended From Concentrates Produced with Varying Extraction Yields. *Journal of Food Science* 53 (1):165-167, 184.
- ❖ **CALVARANO, M. (2013).** Les caroténoïdes et le  $\alpha$ -carotène dans les jus d'oranges italiens. Etude comparative des méthodes de détermination. *Station Expérimentale pour l'industrie des Essences et des Dérivés d'Agrumes de Reggio de Calabre, Italie.*
- ❖ **CARPENTER, R. P.; LYON, D. H.; HASDELL, T. A. 2000.** Guidelines for Sensory Analysis in Food Product Development and Quality Control. 2nd Edition. *Aspen Publishers, Inc. 210 p.*
- ❖ **CAYOT N., TAISANT C., ARVISENET G. (2000).** Flavouring ratios and partition coefficients for isoamyl acetate in various starch-based food matrices *Sciences des Aliments*, 20 (6), 561-574.
- ❖ **CHANG C. C., YANG M-H., WEN H-M. ET CHERN J-C., 2002.** Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *journal of food and drug analysis*.10 (3): 178-182.
- ❖ **CHANG, H.C., HUANG G.J., AGRAWAL, D.C., KUO, C.L., WU, C.R., TSAY, H.S., 2007.** Antioxidant activities and polyphenol contents of six folk medicinal ferns used as “Gusuibu”. *Botanical Studies* 48, 397-406.
- ❖ **CHEN C.S., SHAW P.E., PARISH M.E. (1993).** Orange and tangerine juices. In *Fruit Juice Processing Technology*, Nagy S., Chen C.S., Shaw P.Z., Eds. Auburndale, Florida, USA: Agscience Inc. 119-124.
- ❖ **CHIEN, M.; PEPPARD, T. L. 1993.** The Use of Statistical Methods in better Understanding Gas Chromatographic Data Obtained from Complex Flavor Systems. In : *Ho, C. T. ; Manley, C. H. (Eds.). 1993. Flavor Measurement. Marcel Dekker, New York, Chapitre 1.*

- ❖ **CODEX STANDARD 245-2004.** Norme codex pour les oranges., Amd. 1-2005. 1-6.
- ❖ **CODEX STAN 247-2005.** Norme générale codex alimentarius pour les jus et les nectars de fruits.
- ❖ **COHEN, E.; SHARON, R.; VOLMAN, L.; HOENING, R.; SAGUY, I. 1984.** Characteristics of Israeli Citrus Peel and Citrus Juice. *Journal of Food Science.* 49 (2): 987-990
- ❖ **CLOTTEAU, M. (2002).** Production d'un jus d'orange par couplage traitement enzymatique et microfiltration tangentielle. Thèse de master of science. ENSIA.
- ❖ **COSETENG, M. Y.; McLELLAND, M. R.; DOWNING, D. L. 1989.** Influence of Titratable Acidity and pH on Intensity of Sourness of Citric, Malic, Tartaric, Lactic, and Acetic Acids Solutions and on the Overall Acceptability of Imitation Apple

▪ **D**

- ❖ **DAVIES F.S., ALBRIGO L.G. (1994).** Fruit quality, harvesting and postharvest technology. In Citrus. Atherton J., Rees, A., Eds. Crop Production Science in Horticulture. CAB International.
- ❖ **DIB, S. ET BOUTARENE, F., (2007).** Le pouvoir antioxydants de quelques jus de fruit Toudja. Thèse d'Ingénieur en sciences alimentaires . Univ Bejaia,(2007). P 74 : 27-34.

---

**E**

- ❖ **EASTON et MACK, 1980 ; Bucarest et Al., 1993 ; British, 1988 ; Christel Bertoldi, Mai 2006 : Easton, Pennsylvania: Mack Publishing Co., 1980.** Remington's Pharmaceutical Sciences. 16th ed . p. 1213
- ❖ **EDRIS A., BERGNSTAHL B. (2001).** Encapsulation of orange oil in a spray dried double emulsion. *Nahrung-Food*, 45 (2), 133-137.
- ❖ **ERDMAN J- W., BALENTINE D., ARAB L., BEECHER G., DWYER J T., FOLTS J., HARNLY J., HOLLMAN P., KEEN CL., MAZZA G., MESSINA M., SCALBERT A., VITA J., WILLIAMSON G. ET BURROWES J.(2007).** Flavonoids and Heart Health : Proceedings of the ILSI North America Flavonoids Workshop, May 31-June 1, 2005, Washington, DC1-4. American Society for Nutrition. 137: 718S-737.

---

**F**

- ❖ **FALLEH, H., KSOURI, R., CHAIEB, K., KARRAY-BOURAOUI, N., TRABELSI, N., BOULAABA, M., ABDELLY, C. (2008)** Phenolic composition of

*Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities .*C. R. Biologies.* **331**: 372-379.

- ❖ **FAVIER, A.(2003).** Le stress oxydant Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité Chimique*, p**108-115**.
- ❖ **FELLERS et al. (1975)** Fellers, P.J., Buslig, B.S., Carter, R.D. (1975). Relation of processing, variety and maturity to flavour quality and particle size distribution in Florida orange juices. In Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 88, 350-357.
- ❖ **FELLERS, P.J. 1980.** Problems in Sensory Evaluation of Citrus Products. In: Nagy, S.; Athaway, J. A. (Eds.). 1980. *Citrus Nutrition and Quality ACS Symposium Series. Num 143. American Chemical Society, p: 319-340.*
- ❖ **FELLERS (1985)** Fellers P.J. (1985). Citrus : sensory quality as related to rootstock, cultivar, maturity and season. In Evaluation of quality of fruits and vegetables. Pattee, HE, Ed. AVI Publishing, Co, 83-128.
- ❖ **FELLERS, P. J.; DE JAGER, G.; POOLE, M. J. 1986.** Quality of Retail Florida Packed Frozen Concentrated Orange Juice as Determined by Consumers and Physical and Chemical Analyses. *Journal of Food Science.* 51 (5): 1187-1190.
- ❖ **FIGLIARO A., LA FAUCI L., CERVELLATI R., GUERRA M. C., SPERONI E., COSTA S., GALVANO G., DE LORENZO A., BACCHELLI V., FOGLIANO V. & GALVANO F. (2005)** Antioxidant activity of pasteurized and sterilized commercial red orange juices. *Mol Nutr Food Res* **49**, 1129-1135.
- ❖ **FOX, K. 1991.** Status Update of the Worldwide Citrus Industry. *Transactions of the Citrus Engineering conference.* 37: 1-15.
- ❖ **FOX K. (2000).** New technology in citrus processing-reprint of 1991. *Fruit Processing*, 10, 94-101.
- ❖ **FRATIANNI A., ALBANESE D., MIGNOGNA R., CINQUANTA L., PANFILI G. ET DI-MATTEO M., 2013.** Degradation of Carotenoids in Apricot (*Prunus armeniaca* L.) During Drying Process. *Plant Foods Hum Nutr.* 68:241–246.
- ❖ **FRY, J.; MARTIN, G. G.; LEES, M. 1995.** Authentication of Orange Juice. In: Ashurst, P. R. (Ed.) 1995. *Production and Packaging of Non-Carbonated Juices and Fruit Beverages. Blackie Academic & Professional, p: 1-51.*

- ❖ **GACHOT, 1955 :** Manual des fruits, Edition P H Heitz, Strasbourg.

- ❖ **GAMA J.J.T. AND SYLOS C.M.D. ( 2007).** Effect of thermal pasteurization and concentration on carotenoid composition of Brazilian Valencia orange juice. *Food Chemistry* 100; 1686-1690
  - ❖ **GARDNER P.T., TAMSIN A.C., MCPHAIL D.B., DUTHIE G.G. (2000).** The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. *Food Chemistry*, 68, 471-474.
  - ❖ **GERBER M. (2000)** Bénéfice santé du modèle de consommation méditerranéen. In *Alimentation méditerranéenne et santé: actualités et perspectives* [P Besançon, S Debosque, F Delpuech, B Descomps, M Gerber, JL Leger, M Padilla and M Puygrenier, editors]. Paris: John Libbey Eurotext.
  - ❖ **GIL-IZQUIERDO A., GIL M.I., FERRERES F. (2002).** Effect of processing techniques at industrial scale on orange juice antioxidant and beneficial health compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (18), 5107-5114.
  - ❖ **GIL-IZQUIERDO A., GIL M. I., FERRERES F. ET TOMÀS-BARBERÀN F. A. 2001.** *In Vitro* availability of Flavonoids and Other Phenolics in Orange Juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49 : 1035-1041.
  - ❖ **GUIRAUD J. (1998).** *Microbiologie Alimentaire*. Ed Dunod. Paris. 652 p.
- *H*
- ❖ **HANSSON, A.; ANDERSSON, J.; LEUFVÉN, A.; PENRSON, K. 2001.** Effect of changes in pH on the Release of Flavour Compounds from a Soft Drink-Related Model System. *Food Chemistry*. 74 (4): 429-435.
  - ❖ **HARTWIG, P.; McDANIEL, M. R. 1995.** Flavor Characteristics of Lactic, Malic, Citric, and Acetic Acid at Various pH Levels. *Journal of Food Science*. 60 (2): 384-388
  - ❖ **HENDRIX C. M., REDD J. B. ET ASHURST P. R. 1995.** Chemistry and Technology of Citrus Juices and By-Products. In : « Production and Packaging of Non-Carbonated Juices and Fruit Beverages ». Ed. Blackie Academic & Professional. pp. 53-87.
  - ❖ **HOWARD A. N., WILLIAM N. R., PALMIER C. R., CAMBOU J. P., EVANS A. E. & FOOTE J. W. (1996)** do hydroxy-carotenoids prevent coronary heart disease? a comparaison between Belfast and Toulouse. *Int J Vitam Nutr Res* 66, 113-118.

- ❖ **INGALLINERA B ; BARBAGALLO RN ; SPAGNA G ;PALMERI R AND TODARO A. (2005).** Effect of thermal treatments on pectin esterase activity determined in blood oranges juices enzyme and microbial technologie. 36; 258- 253.
- ❖ **IOANNOU I. ET GHOUL M., 2012.** Biological Activities and Effects of Food Processing on Flavonoids as Phenolic Antioxidants. *In: Marian P. Advances in Applied Biotechnology. InTech*, pp: 101-124.

▪ J

- ❖ **JIAN L., DU C. J., LEE A. H. & BINNS C. W. (2005)** Do dietary lycopene and other carotenoids protect against prostate cancer? *Int J Cancer* **113**, 1010-1014.
- ❖ **JORA. (1998).** Arrêté interministériel du 27 mai 1998, journal officiel de la république Algérienne relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.

---

K

- ❖ **KHALED KHODJA Y. 2008.** Etude de l'activité antioxydante des jus et pulpes de de quelques varieties d'orange de la region de bejaia.
- ❖ **KATZ, F.; GIESE, J. 1998.** Science Gives Specialty Juice a Big Slice of Market. *Food Technology* 52 (11): 44-48.
- ❖ **(KIMBALL, 1999).** Kimball D.A. (1999). Citrus processing, a complete guide, second edition. Kimball D.A., Ed. Gaithersburg : An Aspen publication.
- ❖ **KING, C. J. 1983.** Physical and Chemical Properties Governing Volatilization of Flavor and Aroma Components. *In: Peleg, M.; Bagley, E.B. (Eds.). 1983. Physical Properties of Foods. AVI Pub. Co. p. 399-421.*
- ❖ **KIRCA A., OZKAN M. & CEMEROGLU B. (2003)** Thermal stability of black carrot anthocyanins in blond orange juice. *J Food Qual* **26**, 361-366.
- ❖ **KLAVONS J.A., BENNETT R.D., VANNIER S.H. (1991).** Nature of the protein constituent of commercial orange juice cloud. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39 (9), 1545-1548
- ❖ **KLAVONS J.A., BENNET R.D., VANNIER S.H. (1994).** Physical, chemical nature of pectin associated with commercial orange juice cloud. *Journal of Food Science*, 59 (2), 399-401.
- ❖ **KLEIN J. D. ET LURIE S., 1990.** Prestorage heat treatment as a means of improving poststorage quality of apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 115: 255–259.
- ❖ **KRZAK L. (2002).** Les vertus de la pomme : mythe ou réalité *Dieta*. 29 : 27-28.

- ❖ **LARPENT et CHOUETTE (1997) in LARPENT J. P. (1997).** Microbiologie alimentaire : Techniques de laboratoire. Ed. Techniques et documentations. Paris. 1073 p.
- ❖ **LAY-YEE M. ET ROSE K J., 1994.** Quality of 'Fantasia' nectarines following forced air heat treatments for insect disinfestation. *HortScience*. 29: 663–666.
- ❖ **LECCESE A., BARTOLINI S. ET VITI R., 2012A.** From Genotype to Apricot Fruit Quality: The Antioxidant Properties Contribution. *Plant Foods Hum Nutr*. 67:317–325.
- ❖ **LECCESE A., BARTOLINI S. ET VITI R., 2012B.** Genotype, Harvest Season, and Cold Storage Influence on Fruit Quality and Antioxidant Properties of Apricot. *International Journal of Food Properties*. 15:864–879.
- ❖ **LEE H.S., NAGY S. (1988).** Relationship of sugar degradation to detrimental changes in citrus juice quality. *Food Technology*, 42 (11), 91-97.
- ❖ **LEE H.S., NAGY, S. (1990).** Formation of 4-vinylguaiacol in adversely stored orange juice as measured by an improved HPLC method. *Journal of Food Science*, 55 (1), 162-166.
- ❖ **LEE H.S., CHEN C.S. (1998).** Rates of vitamin C loss and discoloration in clear orange juice concentrate during storage at temperatures of 4-24°C. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46 (11), 4723-4727.
- ❖ **LEE H. S. & COATES G. A. (1999)** Thermal pasteurization effects on color of red grapefruit juices. *J Food Sci* **64**, 663-666
- ❖ **LEE S. K. ET KADER A. A. 2000.** Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*. 20:207-220.
- ❖ **LEE H. S. ET CASTLE W. S. 2001.** Seasonal Changes of Carotenoid Pigments and Color in Hamlin, Earlygold, and Budd Blood Orange Juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49 : 877-882.
- ❖ **LEE H. S. 2001.** Characterization of Carotenoids in Juice of Red Navel Orange (Cara Cara). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*
- ❖ **LEE H. S. 2002.** Characterization of Major Anthocyanins and the Color of RedFleshed Budd Blood Orange (*Citrus sinensis*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50 : 1243-1246.

- ❖ **LEE J.Y., LIN Y.S., CHANG H.M, CHEN W., WU M.C. (2003).** Temperature-time relationships for thermal inactivation of pectinesterases in orange juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83 (7), 681-684.
- ❖ **LE MARCHAND L., MURPHY S. P., HANKIN J. H., WILKENS L. R. & KOLONEL L. N. (2000)** Intake of flavonoids and lung cancer. *J Natl Cancer Inst* **92**, 154-160.
- ❖ **LEYRAL G. et VIERLING E. (2007).** Microbiologie et toxicologie des aliments. Hygiène et sécurité alimentaires. 2ème Ed.Doin.
- ❖ **LOOTS D.T. VAN. DER WESTHUIZEN F. H AND JERLING J. (2006).** Polyphenolcomposition and antioxidant activity of kei apple ( *Dovyalis Caffra*) juice. *Journal of agricultural and food chemistry*.
- ❖ **LOZANO J. E., 2006.** Fruit Manufacturing: Scientific Basis, Engineering Properties, and Deteriorative Reactions of Technological Importance. *Springer Science + Business Media, LLC*, 230p
- ❖ **LOWE G., WOODWARD M., RUMLEY A., MORRISON C., TUNSTALL-PEDOE H. & STEPHEN K. (2003)** Total tooth loss and prevalent cardiovascular disease in men and women: possible roles of citrus fruit consumption, vitamin C, and inflammatory and thrombotic variables. *J Clin Epidemiol* **56**, 694-700.
- ❖ **LU Y., ZHANG C., BUCHELI P. ET WEI D. 2006.** *Citrus* Flavonoids in Fruit and Traditional Chinese Medicinal Food Ingredients in China. *Plant Foods for Human Nutrition*. 61 : 57-65.

---

**M**

- ❖ **MACCARONE, E.; CAMPISI, S. ; FALLICO, B. ; RAPISARDA, P. ; SGARLATA. 1998.** Flavor Components of Italian Orange Juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46 (6): 2293-2298.
- ❖ **MACDANIEL M.R., MIRANDA-LOPEZ B.T., WATSON B.T., LIBBEY L.M. (1990).** “Pinot noir aroma : a sensory/gas chromatographic approach.” *Developments in Food Science*, 28, 23-36.
- ❖ **MANNISTO S., SMITH-WARNER S. A., SPIEGELMAN D., ALBANES D., ANDERSON K., VAN DEN BRANDT P. A., CERHAN J. R., COLDITZ G., FESKANICH D., FREUDENHEIM J. L., GIOVANNUCCI E., GOLDBOHM R. A., GRAHAM S., MILLER A. B., ROHAN T. E., VIRTAMO J., WILLETT W. C. & HUNTER D. J. (2004)** Dietary carotenoids and risk of lung cancer in a pooled analysis of seven cohort studies. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* **13**, 40-48.

- ❖ **MARCOTTE, M.; STEWART, B.; FUSTIER, P. 1998.** Abused Thermal Treatment Impact on Degradation Products of Chilled Pasteurized Orange Juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46 (5): 1991-1996.
- ❖ **MEISELMAN, H. L. (1993).** "Critical evaluation of sensory techniques." *Food Quality and Preference* 4(1/2): 33-40.
- ❖ **MERMELSTEIN, N. H. 1999.** High-pressure Pasteurization of Juice. *Food-Technology* 53 (4): 86-90.
- ❖ **MELO E., LIMA V.L.A.G. ET MACIEL M.I.S. (2006).** Polyphenol, ascorbic acide and total carotenoids contents in common. Fruit and vegetebales. *Brazilian Journal of Food Technology*. 9(2) : 89-94.
- ❖ **MELLENDEZ-MARTINEZ A. J., VICARIO I. M. & HEREDIA F. J. (2007)** Provitamin A carotenoids and ascorbic acid contents of the different types of orange juices marketed in Spain. *Food Chem* **101**, 177-184.
- ❖ **MOSHONAS M.G., SHAW P.E. (1989).** Changes in composition of volatile components in aseptically packaged orange juice during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37 (1), 157-161.
- ❖ **MOSHONAS, M. G.; SHAW, P. E. 1989.** Flavor Evaluation and Volatile Flavor Constituents of Stored Aseptically Packaged Orange Juice. *Journal of Food Science* 54 (1): 82-85
- ❖ **MOSHONAS, M. G. ; SHAW, P. E. ; BUSLIG, B. S. 1993.** Retention of Fresh Orange Juice Flavor and Aroma in an Aqueous Distillate from Valencia Orange **Juice**. *Journal of Food Quality* 16 (6): 101-108
- ❖ **MOSHONAS, M. G.; SHAW, P. E. 1994.** Quantitative determination of 46 volatile constituents in fresh, unpasteurized orange juices using Dynamic Headspace Gas Chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42 (7), 1525-1528.
- ❖ **MOSHONAS, M. G.; SHAW, P. E. 1995.** Fresh Orange Juice Flavor: a Quantitative and Qualitative Determination of the Volatile Constituents. *In: Charalambous, G. (Ed), Food Flavors: Generation Analysis and Process Influence. Elsevier Science B, p: 1479-1492.*
- ❖ **MOSHONAS, M. G.; SHAW, P. E. 1997.** Flavor and chemical comparison of pasteurized and fresh Valencia orange juices. *Journal of Food Quality*, 20 (1), 31-40.
- ❖ **MOSHONAS, M. G.; SHAW, P. E. 2000.** Changes in volatile flavor constituents in pasteurized orange juice during storage. *Journal of Food Quality*, 23 (1), 61-71.

- ❖ **MULTON, 1989 Multon J.-L. (2002).** Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires. Sciences et Techniques Agroalimentaires, 3eme édition, Londres, Paris –New York ,746p.
- ❖ **MULTON J.-L., BUREAU G., et al, 1998,** l’emballage des denrées alimentaire de grande consommation 2<sup>e</sup> édition, édition technique et documentation, pp 1-23, 42, 72-101, 109, 117, 138, 301, 308, 328- 331, 431-439, 532-534, 598-614, 1021, 1040-1041.

---

**N**

- ❖ **NAGY S., DINSMORE H.L. (1974).** Relationship of furfural to temperature abuse of flavor changes in commercially canned single-strength orange juice. *Journal of Food Science*, 39 (6), 1116-1119
- ❖ **NAGY S. (1980).** Vitamin C contents of citrus fruit and their products: a review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28 (1), 8-18.
- ❖ **NAGY S., ROUSEFF R.L., LEE H.S. (1989).** Thermally degraded flavors in citrus juice products. In *Thermal generation of aromas. ACS Symposium. Series 409. 0097-6156 ACS Symposium Series. 409, 331-345.*
- ❖ **NAGY, S.; SHAW, P. E. 1990.** Factors Affecting The Flavour of citrus Fruit. *In: Morton, I. D.; MacLeod, A.J. (Eds.) 1990. Food Flavours. Part C: The Flavour of Fruits. Elsevier. p: 93-124*
- ❖ **NAVARREJ., 1974.** Manuel d’œnologie (2<sup>e</sup>meédition). Bailliere. Paris. 218 p.
- ❖ **NISPEROS-CARRIEDO, M. O.; SHAW, P. E. 1990a.** Comparison of Volatile Flavor Components in Fresh and Processed Orange Juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry. 38 (4): 1048-1052.*
- ❖ **NISPEROS-CARRIEDO, M.; SHAW, P. E. 1990b.** Volatile Flavour Components of Fresh and Processed Orange Juices. *Food Technology. 44 (4): 134-139.*
- ❖ **NISPEROS-CARRIEDO M.O., SHAW P.E., BALDWIN E.A. (1990).** Changes in volatile flavor components of pineapple orange juice as influenced by the application of lipid and composite films. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 38 (6), 1382-1387.*
- ❖ **NOBLE, A. C. 1996.** Taste-Aroma Interactions. *Trends in Food Science and Technology. 7 (12): 444-448*
- ❖ **NORMES FRANÇAISES HOMOLOGUEES. NF : V 05-108, (1970).** Jus de fruits et jus de légumes, Détermination des cendres. Détermination de pH.

- ❖ **NORMES FRANÇAISES HOMOLOGUEES. NF : 04-207, (1970).** Jus de fruits et jus de légumes, Détermination des cendres. Détermination des cendres.
- ❖ **NORMES FRANÇAISES HOMOLOGUEES NF : V 05-101, (1974).** Jus de fruits et jus de légumes, Détermination des cendres. Détermination de l'acidité.
- ❖ **NORMES FRANÇAISES HOMOLOGUEES NF : T 60-212, (1984).** Jus de fruits et jus de légumes, Détermination des cendres. Détermination de l'acidité.
- ❖ **NORMES FRANÇAISES HOMOLOGUEES NF : NF V 76-005, (1986).** Produits dérivés des fruits. (2<sup>ème</sup> ED) AFNOR-Tour Europe, pp 81-85.
- ❖ **NORMES FRANÇAISES HOMOLOGUEES NF : V 76-005, (1995).** Orange juice—Spécifications

---

O

- ❖ **O'Neill M. E., Carroll Y., Corridan B., Olmedilla B., Granado F., Blanco I., Van Den Berg H., Hininger I., Rousell A. M., Chopra M., Southon S. & Thurnham D. I. (2001)** A European carotenoid database to assess carotenoid intakes and its use in a five-country comparative study. *Br J Nutr* **85**, 499-507.
- ❖ **ORANUSI S. U., EZEUGU L. I. and OKOLO B. N. (1994).** Microbial contaminants of commercially bottled non-alcoholic drinks produced in Nigeria. Technical Report. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*.

---

P

- ❖ **PAO, St.; FELLERS, P. J.; BROWN, G. E.; CHAMBERS, M. W. 1996.** Formulation and Sensory Evaluation of fresh-Squeezed, Unpasteurized Citrus Juice Blends. *Fruit Processing* **6 (7): 268-271.**
- ❖ **PARK, G. L.; BYERS, J. L.; PRITZ, C. M.; NELSON, D. B.; NAVARRO, J. L.; SMOLENSKY, D. C.; VANDERCOOK, C. E. 1983.** Characteristics of California navel orange juice and pulpwash. *Journal of Food Science*, **48 (2), 627-632, 651.**
- ❖ **Podsdek, A. (2007)** Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. *LWT*. **40:1-11.**

---

R

- ❖ **RAMANA, K. V. R.; GOVINDARAJAN, V. S.; RANGANA, S. 1981.** Citrus Fruits - Varieties, Chemistry, Technology and Quality Evaluation, Part I: Varieties, Production, Handling and Storage. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*.
- ❖ **RANGANA, S.; GOVINDARAJAN, V. J.; RAMANA, K. V. R. 1983.** Citrus Fruits –Varieties. Chemistry, Technology, and Quality Evaluation. Part II: Chemistry,

Technology and Quality Evaluation. A: Chemistry. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 18 (4): 313-386.

- ❖ **RANGANA, S.; GOVINDARAJAN, V. S.; RAMANA, K. V. R. 1984.** Citrus Fruits. Part II: Chemistry, Technology and Quality Evaluation. B: Technology. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 19 (1): 1-98
- ❖ **RAPISARDA P., TOMAINO A., LO CASIO R., BONINA F., DE PASQUALE A. ET SAIJA A. 1999.** Antioxidant Effectiveness As Influenced by Phenolic Content of Fresh Orange Juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47 : 4718-4723.
- ❖ **RAPISARDA P., FANELLA F. ET MACCARONE E. 2000.** Reliability of Analytical Methods for Determining Anthocyanins in Blood Orange Juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48 : 2249-2252.
- ❖ **RICHARD H. (1992).** Les arômes alimentaires. Coordonnateurs Richard H., Multon J.L. Paris: Tec & Doc.
- ❖ **RIBEREAU-GAYON P., 1968.** Les composés phénoliques des végétaux. Edition : Dunod, Paris, 201p.
- ❖ **ROBARDS, K. ; ANTOLOVICH, M, 1995.** Methods for Assessing the Authenticity of Orange Juice. *Analyst*. 120 (1): 1-28.
- ❖ **ROBARDS K. ET ANTOLOVICH M. 1997.** Analytical Chemistry of Fruit Bioflavonoids. *Analyst*. 122 : 11R-34R.
- ❖ **ROBARDS K., PRENZLER D. P., TUCKER G., SWATSITANG P. ET GLOVER W. 1999.** Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chemistry*. 66: 401- 436.
- ❖ **RODRIGUEZ M., SADLER G.D., SIMS C.A., BRADDOCK R.J. (1991).** Chemical changes during storage of an alcoholic orange juice beverage. *Journal of Food Science*, 56 (2), 475-479, 493.
- ❖ **RODRIGUEZ-AMAYA B. D. 2001.** A guide to carotenoid analysis in foods. International Life Sciences Institute Press. 1-71.
- ❖ **ROJAS J., PEREA A., SAEZ R. ET ORTIZ-LOPEZ T. C. 2007.** Determination of flavonone compounds in citrus juices by high performance liquid chromatography. *Journal of Biotechnology*. 131S : S130-S132.
- ❖ **ROSE R. C. ET BODE A. M. 1993.** Biology of free radical scavengers : an evaluation of ascorbate. *The Journal of the Federation of American Societies for Experimental Biology*. 7 : 1135-1142.

- ❖ **ROSS S. A., ZISKA D. S., KE ZHAO ET ELSOHLY M. A. 2000.** Variance of common flavonoids by brand of grapefruit juice. *Fitoterapia*. 71 : 154-161.
- ❖ **ROSSI M., GARAVELLO W., TALAMINI R., LA VECCHIA C., FRANCESCHI S., LAGIOU P., ZAMBON P., DAL MASO L., BOSETTI C. & NEGRI E. (2007)** Flavonoids and risk of squamous cell esophageal cancer. *Int J Cancer* **120**, 1560-1564.
- ❖ **ROUSEFF R. L., MARTIN S. F. ET YOUTSEY C. O. 1987.** Quantitative Survey of Narirutin, Naringin, Hesperidin, and Neohesperidin in Citrus. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 35 : 1027-1030.
- ❖ **ROUSEFF R., NAIM M. (2000).** Citrus Flavor Stability. In *Flavor chemistry: industrial and academic research*. Risch S.J., Ho C.T., Eds. Washington, USA : American Chemical Society, 101-121.
- ❖ **RULLIER , 1997 .**hygiène alimentaire .édition. Nathan, page 109.

---

S

- ❖ **Sadler g.d., braddock r.j. (1990).** Oxygen permeability of low density polyethylene as a function of limonene absorption: an approach to modelling flavor scalping. *Journal of Food Science*, 55 (2), 587-588.
- ❖ **SADLER G., PARISH M., VAN CLIEF D., DAVIS J. (1997).** The effect of volatile absorption by packaging polymers on flavour, microorganisms and ascorbic acid in reconstituted orange juice. *Lebensmittel –Wissenschaft und-technologie-Food Science and Technology*, 30, 686- 690.
- ❖ **SADLER G. D. ET MURPHY P. A., 2010.** pH and Titratable Acidity. *In : Nielsen S S. Food Analysis. Springer Science+Business Media*, pp: 219-225.
- ❖ **SANCHEZ-MORENO C. 2002.** Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *International Journal of Food Science and Technology*. 8 : 121-137.
- ❖ **SANCHEZ-MORENO C., PLAZA L., DE ANCOS B., CANO P. (2003).** Quantitative bioactive compounds assessment and their relative contribution to the antioxidant capacity of commercial orange juices. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83 (5), 430-439.
- ❖ **SANCHEZ-MORENO C., CANO M. P., DE ANCOS B., PLAZA L., OLMEDILLA B., GRANADO F., ELEZMARTINEZ P., MARTIN-BELLOSO O. & MARTIN A. (2004)** Pulsed electric fields-processed orange juice consumption

increases plasma vitamin C and decreases F2-isoprostanes in healthy humans. *J Nutr Biochem* **15**, 601-607.

- ❖ **SANCHEZ-MORENO C., PLAZA L., ELEZ-MARTINEZ P., DE ANCOS B., MARTIN-BELLOSO O. & CANO M.P. (2005)** Impact of high pressure and pulsed electric fields on bioactive compounds and antioxidant activity of orange juice in comparison with traditional thermal processing. *J Agric Food Chem* **53**, 4403-4409.
- ❖ **SASS-KISS, A.; SASS, M. 2002.** Distribution of Various Peptides in Citrus Fruits (Grapefruit, Lemon, and Orange). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. *50* (7): 2117-2120.
- ❖ **SASS-KISS A., KISS J., MILOTAY P., KEREK M. M. ET TOTH-MARKUS M. 2005.** Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. *Food Research International*. *38* : 1023-1029.
- ❖ **SAUNT J. (1990).** Citrus varieties of the world : an illustrated guide. Saunt J., Ed. Sinclair International.
- ❖ **SAVARY, 2010 SAVARY B.T., Nunez A. & Cameron R.G. (2005).** Biochemical and chemical diversity of pectin methylesterase: Specific isoform identification by mass spectrometry. Abstract .International Chemical Congress of Pacific Basin. Pectin Chemi., 221p.
- ❖ **SCALBERT A., JOHNSON I. T. & SALTMARSH M. (2005)** Polyphenols: antioxidants and beyond. *Am J Clin Nutr* **81**, 215S-217S.
- ❖ **SCHIEBERLE, P.; BUETTNER, A. 2001.** Influence of the Chain Length on the Aroma Properties of Homologous Epoxy-aldehydes, Ketones and Alcohols. *In: Takeoka, G. R.; Gunter, M.; Engel, K-H. 2001. Arome Active Compounds in Food. Chemistry and Sensory Properties. ACS Symposium Series. No 794. American Chemical Society. p: 109-118.*
- ❖ **SHAW, P. E. 1986.** The Flavour of Non-Alcoholic Fruit Beverages. *In: Morton, I. D.; MacLead, A. J. (Eds.). 1986. Food Flavours. Part B. The Flavour of Beverages. Elsevier Pub. Chap. VII, p: 341-365.*
- ❖ **SHAW, P. E. 1991.** Fruits II. II. In Volatile compounds in foods and beverages. Maarse H., Ed. New York : Marcel Dekker Inc. 305-327.
- ❖ **SHAW, P. E.; BUSLING, B. S.; MOSHONAS, M. G. 1993.** Classification of Commercial Orange Juice Types by Pattern Recognition Involving Volatile
- ❖ **SHAW P.E., NAGY S. (1993).** Orange and tangerine juices. In Fruit juice processing and technology. Nagy S., Chen C.S., Shaw P.E., Eds. Agscience. 155-156.

- ❖ **SHAW, P. E.; BUSLING, B. S.; MOSHONAS, M. G. 1994.** Classification of Orange and Grape Fruit Juices by Pattern Recognition Techniques. *Fruit Processing* 4 (2): 45-49.
- ❖ **SHAW, P. E.; MOSHONAS, M. G.; BUSLING, B. S. 1995.** Multivariate Analysis for Classification of Commercial Orange Juice Products by Volatile Constituents Using Headspace Gas Chromatography. In: Rouseff, R. L.; Leahy, M. M. (Eds.). 1995. *Fruit Flavors: Biogenesis, Characterization and Authentication. ACS Symposium Series. No 596. American Chemical Society, p. 21-47.*
- ❖ **SHAW, P. E.; MOSHONAS, M. G.; BUSLING, B. S.; BARROS, S. M.; WIDMER, W. 1999.** Discriminant and Principal Component Analyses to Classify Commercial Orange Juices Based on Relative Amounts of Volatile Juice Constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture. 79 (13): 1949-1953*
- ❖ **SHI J. & LE MAGUER M. (2000)** Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. *Crit Rev Food Sci Nutr* 40, 1-42.
- ❖ **SIEBERT, K. J. 1999.** Modeling the Flavor Thresholds of Organic Acids in Beer as a Function of Their Molecular Properties. *Food Quality and Preference. 10 (): 129-137.*
- ❖ **SILVA F. O. 2005.** Total ascorbic acid determination in fresh squeezed orange juice by gas chromatography. *Food Control. 16 : 55-58.*
- ❖ **SINGLETON V. L., ORTHOFER R. ET LAMUELA-RAVENTOS R. M., 1999.** Analysis of total phenol and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology. 299: 152–178.*
- ❖ **SOLMS, J. 1986.** Interactions of Non-Volatile and Volatile Substances in Foods. In: Birch, G. G.; Lindley, M. G. (Eds.). 1986. *Interactions of Food Components. Elsevier Applied Science Pub. p: 189-209*
- ❖ **SOLOMON O., SVANBERG U., SAHLSTRÖM A. (1995)** Effect of oxygen and fluorescent light on the quality of orange juice during storage at 8°C. *Food Chemistry, 53 (4), 363-368.*
- ❖ **SOUCI S. W., FACHMANN W. ET KRAUT H. 1994.** Fruits. In : « La composition des aliments ». 5ème édition. Ed. CRC Press. pp. 801-980.
- ❖ **STAUDTE H., SIGUSCH B. W. & GLOCKMANN E. (2005)** Grapefruit consumption improves vitamin C status in periodontitis patients. *Br Dent J* 199, 213-217, discussion 210.

- ❖ **TAYLOR, A. J. 1998.** Physical Chemistry of Flavor. *International Journal of Food Science and Technology*. 33 (1): 53-62.
- ❖ **TAYLOR C. A., HAMPL J. S. & JOHNSTON C. S. (2000)** Low intakes of vegetables and fruits, especially citrus fruits, lead to inadequate vitamin C intakes among adults. *Eur J Clin Nutr* **54**, 573-578.
- ❖ **TAYLOR, A. J.; LINFORTH, R. S. T. 2001.** Modelling Flavour Release through Quantitative Structure Property Relationships (QSPR). *Chimia* 55 (5): 448-452
- ❖ **TEOW C. C., TRUONG V-D., MCFEETERS R. F., THOMPSON R. L., PECOTA K. V. ET YENCHO G. C., 2007.** Antioxidant activities, phenolic and  $\beta$  - carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. *Food Chemistry*. 103: 829–838.
- ❖ **TING, S. V. 1980.** Nutrients and Nutrition of Citrus Fruits. In: Nagy, S.; Atlaway, J. A. 1980. *Citrus Nutrition and quality ACS Symposium Series. No. 143 American Chemical society. p: 3-24.*
- ❖ **TOSUN AND SULE USTUN N. (2003).** An investigation about antioxidant capacity of fruit nectars . *Pakistan journal of Nutrition* 2 (3) 167- 169
- ❖ **TOUNSI, M.S W. A. WANNES. I. OUERGHEMMI ET AL. (2011).** “Juice components and antioxidant capacity of four Tunisian Citrus varieties,” *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 91,no. 1, pp. 142–151, 2011.

---

V

- ❖ **VANAMALA J., LEONARDI T., PATIL B. S., TADDEO S. S., MURPHY M. E., PIKE L. M., CHAPKIN R. S., LUPTON J. R. & TURNER N. D. (2006)** Suppression of colon carcinogenesis by bioactive compounds in grapefruit. *Carcinogenesis* **27**, 1257-1265.
- ❖ **VIRGILI et al., 1994** VIRGILI, R.; PAROLARI, G.; SCHIVAZZAPA, C.; CASIRAGHI, E.; POMPEI, C. 1994. Sensory Analysis of Italian Dry-Cured Sausage: Checking of Panel Performance. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*. 27 (3): 278-281

---

X

- ❖ **Xu G., Liu D., Chen J., Ye X., Ma Y. et Shi J. 2008.** Juice components and antioxidant capacity of citrus varieties cultivated in China. *Food Chemistry*. 106:545-551.

---

Y

- ❖ **YEN G.C., SONG T.Y. (1998).** Characteristics of clouding substances in guava puree. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46 (9), 3435-3439.
- ❖ **YOUNG A. ET BRITTON G., 1993.** Carotenoids in Photosynthesis. 1ère édition, *Sprjnger-Science +Business Media*, Dordrecht, pp: 253- 260.
- ❖ **YUAN, J.M., STRAM, D.O., ARAKAWA, K., LEE, H.P & YU, M.C. (2003)** Dietary cryptoxanthin and reduced risk of lung cancer: the Singapore Chinese health study. *Cancer Epidemiol, Biomarkers & Prevention* **12**, 890-898.

---

**Z**

- ❖ **ZULUETA A., ESTEVE M. J., FRASQUET I. ET FRIGOLA A. 2006.** Vitamin C, vitamin A, phenolic compounds and total antioxidant capacity of new fruit juice and skim milk mixture beverages marketed in Spain. *Food Chemistry*. 103 : 1365-1374.

# Annexes

**(ANNEXE 1) Détermination du PH : (AFNOR, 1986) (NF V 05-108, 1970) :****Mode opératoire :**

- Mettre en tension le PH-mètre.
- Introduire l'électrode en verre dans la solution à analyser.
- Laisser la valeur indiquée se stabilisée.
- Rincer l'électrode par eau distillée après chaque utilisation

**(ANNEXE 2) Détermination de l'Acidité titrable : AFNOR (NF V 05-101, 1974).****Mode opératoire :**

- Dans un Erlen Meyer de 250 ml, verser 50 ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter quelques gouttes (6 à 8) de phénolphaléine 1%.
- Titrer avec la soude 1 fois normale (1N) jusqu'au virage rose.

**(ANNEXE 3) Détermination du Degré Brix (AFNOR, 1986) (NF : T 60-212, 1984) :**

- Nettoyer et sécher le prisme de réfractomètre en utilisant l'eau distillée et du tissu doux.
- Pour fixer le zéro de l'appareil on ajoute une goutte d'eau distillée sur le prisme.
- Appliquer une goutte de l'échantillon préalable homogénéisé, sur la surface du prisme.
- Rabattre le deuxième prisme sur le premier ce qui permet d'obtenir une couche uniforme du liquide.
- Diriger le réfractomètre vers une source lumineuse, et on verra se dessiner sur l'échelle deux zones.
- La limite entre les deux zones indique le grandeur de la réfraction.



**(ANNEXE 4) Détermination de la Densité (GACHOUT, 1955) :****Mode opératoire :**

- La boisson est versée doucement dans l'éprouvette, pour éviter la formation des bulles d'air qui pourrait gêner la lecture.
- Après un temps de stabilisation de l'échantillon on prolonge soigneusement le densimètre, en évitant que celui-ci ne frotte pas les parois et en supprimant les bulles d'air.
- Une fois stabilisé, on note la valeur de la densité lue.
- La valeur de la densité est la même que celle était lue exprimé en ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).

**(ANNEXE 5) Détermination de la Teneur en Eau : (NF : 04-207,1970).****Mode opératoire :**

1. Peser un creuset en silice vide masse ( $m_0$ ).
2. Peser 5 g de jus dans ce creuset ; creuset plein masse ( $m_1$ )
3. Placer le creuset contenant la prise d'essai (10 g) durant 1h 30 minutes à l'étuve réglée à 103 °C.
4. Laisser refroidir jusqu'à la température ambiante dans un dessiccateur.
5. Peser à 0,001g près ( $m_2$ ).



**(ANNEXE 6) Détermination de la Teneur en Cendres : (NF V 05-113,1972).****Mode opératoire**

- Placer le creuset contenant la matière sèche au four à 500-600°C pendant 2 heures.
- Refroidir au dessiccateur.
- Peser le creuset contenant les cendres : **masse m<sub>3</sub>**
- Peser les creusets vides (**m'<sub>0</sub>**), ajouter 10 g de l'échantillon dans les creusets (**m'<sub>1</sub>**) puis placer les dans un four à moufle pendant 3-5h à 550°C. A la sortie du four, placer les creusets dans un dessiccateur pour le refroidissement. Peser les creusets refroidis (**m'<sub>2</sub>**).

**(ANNEXE 7) Détermination de la teneur en sucres totaux :****Mode opératoire**

- Préparation de la solution à doser : prélever avec une pipette 10 mL de jus d'orange pur (100%) et verser dans une fiole jaugée de 50 mL. (dilution 5 fois ). Compléter avec de l'eau distillée. Homogénéiser . On obtient la solution A.
- Dosage du glucose libre :  
 Verser 10 mL de la solution A dans un erlenmeyer de 100 mL puis 20 mL de solution de diiode I<sub>2</sub> de concentration  $c = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  et environ 10 mL de solution d'hydroxyde de sodium à  $1 \text{ mol.L}^{-1}$ . La solution se décolore progressivement, la placer à l'obscurité 30 min (pour éviter l'oxydation du fructose). *Passer à l'hydrolyse du saccharose.*  
  
 Au bout des 30 min acidifier le mélange en ajoutant environ 12 mL d'acide chlorhydrique à  $1 \text{ mol.L}^{-1}$  . Le diiode en excès se reforme alors.  
  
 Doser l'excès de diiode par une solution de thiosulfate de sodium de concentration  $c' = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$  . (Ne pas oublier l'empois d'amidon, quelque gouttes).
- Dosage du glucose totale :

Le jus de fruit contient également du saccharose  $C_{12}H_{22}O_{11}$  que l'on peut hydrolyser en milieu acide en glucose et en fructose.  $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6$  (glucose) +  $C_6H_{12}O_6$  (fructose)

Par dosage du glucose libéré on déduira la quantité de saccharose présente.

Verser 10 mL de la solution A dans un erlenmeyer de 100 mL puis ajouter environ 10 mL d'acide chlorhydrique de concentration  $1 \text{ mol.L}^{-1}$ . Chauffer le mélange pendant 20 min à  $80^\circ\text{C}$  environ. Refroidir puis ajouter 20 mL de solution de diiode et environ 23 mL de solution d'hydroxyde de sodium à  $1 \text{ mol.L}^{-1}$ . Placer la solution à l'obscurité pendant 30 min. Doser le diiode en excès comme précédemment.



### **(ANNEXE 8) Détermination de la teneur en sucres réducteurs :**

#### **Mode opératoire**

Dans une première étape, étalonner la liqueur à l'aide d'une solution de glucose à 5%. En suite, par comparaison, on détermine la quantité des sucres contenue dans le jus d'orange.

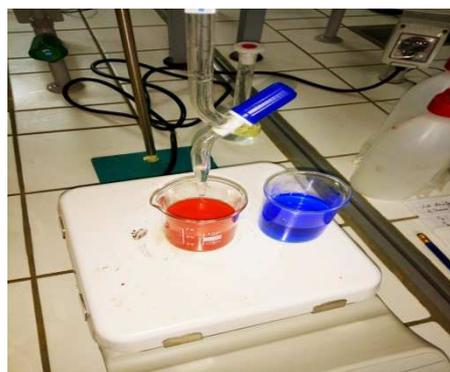
#### **Etalonnage**

- Introduire dans un erlenmeyer :
  - 10ml de solution de Fehling A
  - 10ml de solution de Fehling B
  - 30ml d'eau distillée

Verser en très petites quantités, la solution de glucose à 5% contenu dans une burette graduée, jusqu'à la décoloration complète de la liqueur de Fehling et la formation d'un précipite  $Cu_2O$  rouge

#### **Dosage ;**

On procède de la même manière, juste en remplace la solution de glucose par le jus de fruit dilué.



**(ANNEXE 9) Détermination de la teneur en pulpes:****Mode opératoire :**

- A l'aide d'une balance analytique, peser quatre tubes à vide.
- Prélever 10 ml du produit et verser dans chaque tube ; les peser et les mettre systématiquement dans la centrifugeuse.
- Régler la vitesse à 3000 tour/minutes pendant 20 mn.
- Vider les tubes du filtrat, laisser uniquement le dépôt puis les peser à nouveau.

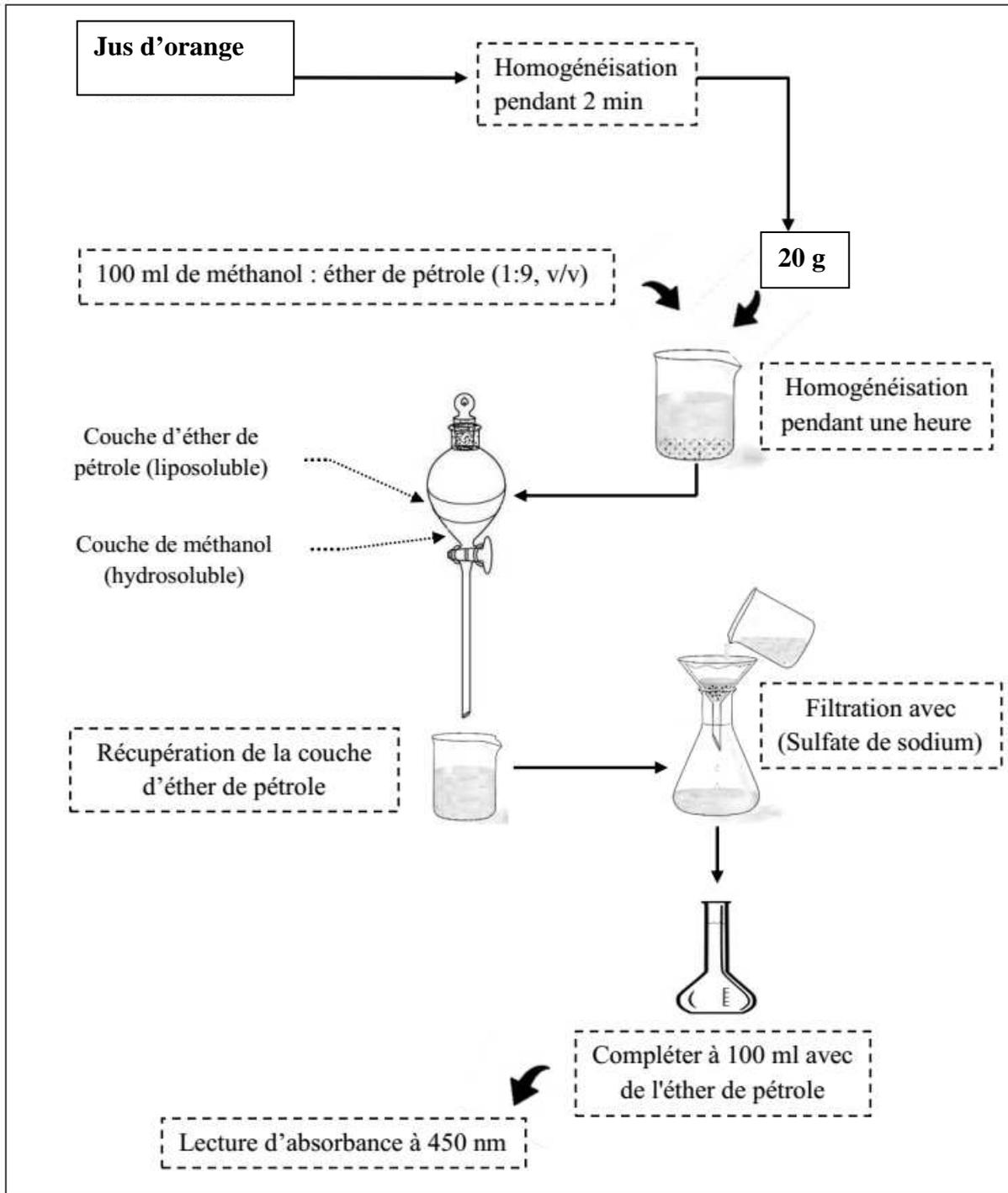
**(ANNEXE 9) Détermination de la teneur en Vitamine C :****Mode opératoire :**

- Prélever  $V_0=5\text{mL}$  de jus et les introduire dans l'erlenmeyer.
- Ajouter ensuite  $V_1=10\text{mL}$  de solution de diiode et mélanger.
- Remplir la burette avec la solution de thiosulfate et ajuster au zéro.
- Attendre environ 5 minutes.
- Rajouter 4 gouttes d'empois d'amidon dans l'erlenmeyer puis procéder au titrage de l'excès de diiode par le thiosulfate. Arrêter l'ajout de thiosulfate dès que la solution se décolore. Noter alors le volume versé  $V_{2E}$ .



**(ANNEXE 10) Détermination de la teneur en caroténoïdes totaux :**

La détermination quantitative des caroténoïdes est effectuée par des techniques spectrophotométriques. L'absorption est déterminée dans un solvant approprié à la longueur d'onde d'absorption maximale des caroténoïdes (Young et Britton, 1993). L' extraction et le dosage des caroténoïdes sont récapitulés dans la figure ci-dessous.

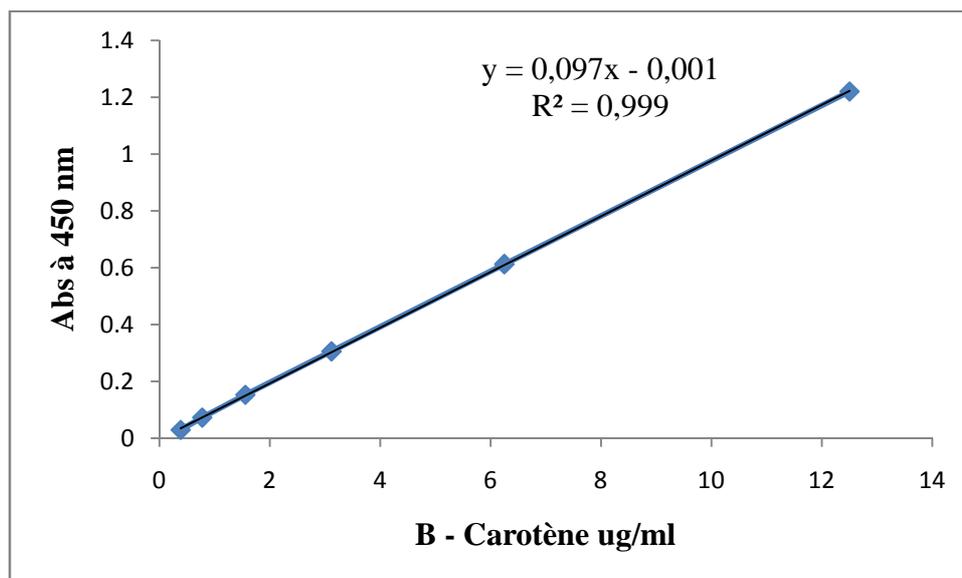


**Figure : 1** Récapitulation des étapes d'extraction et de dosage des caroténoïdes

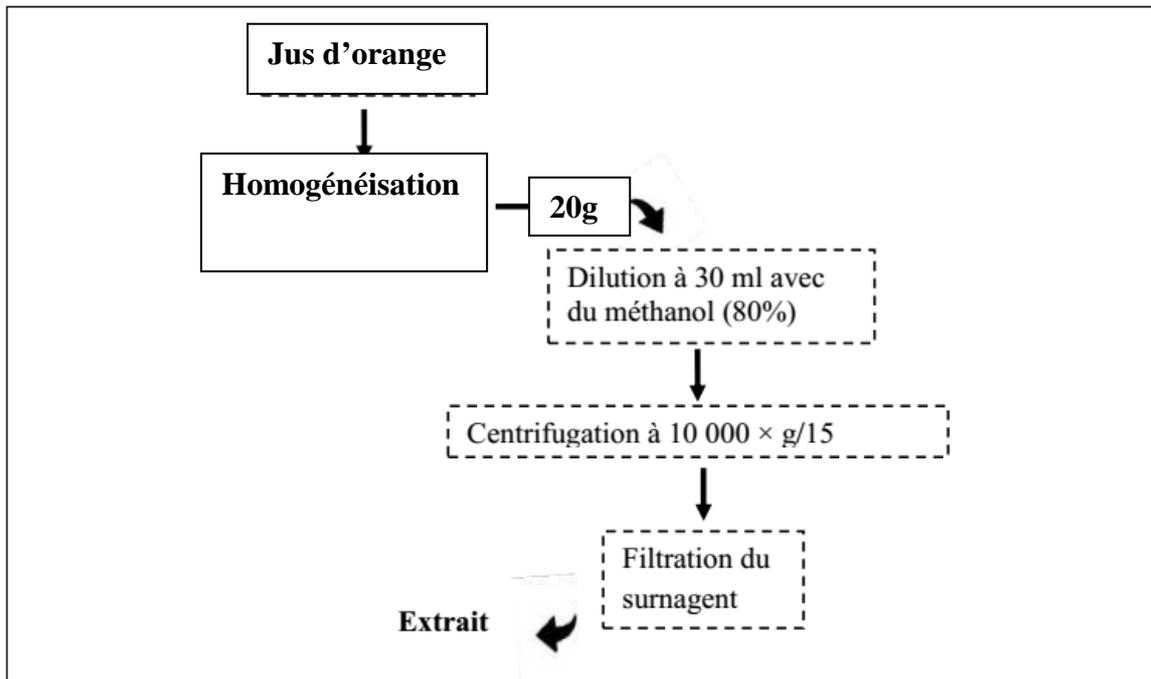


### Préparation de la gamme d'étalonnage

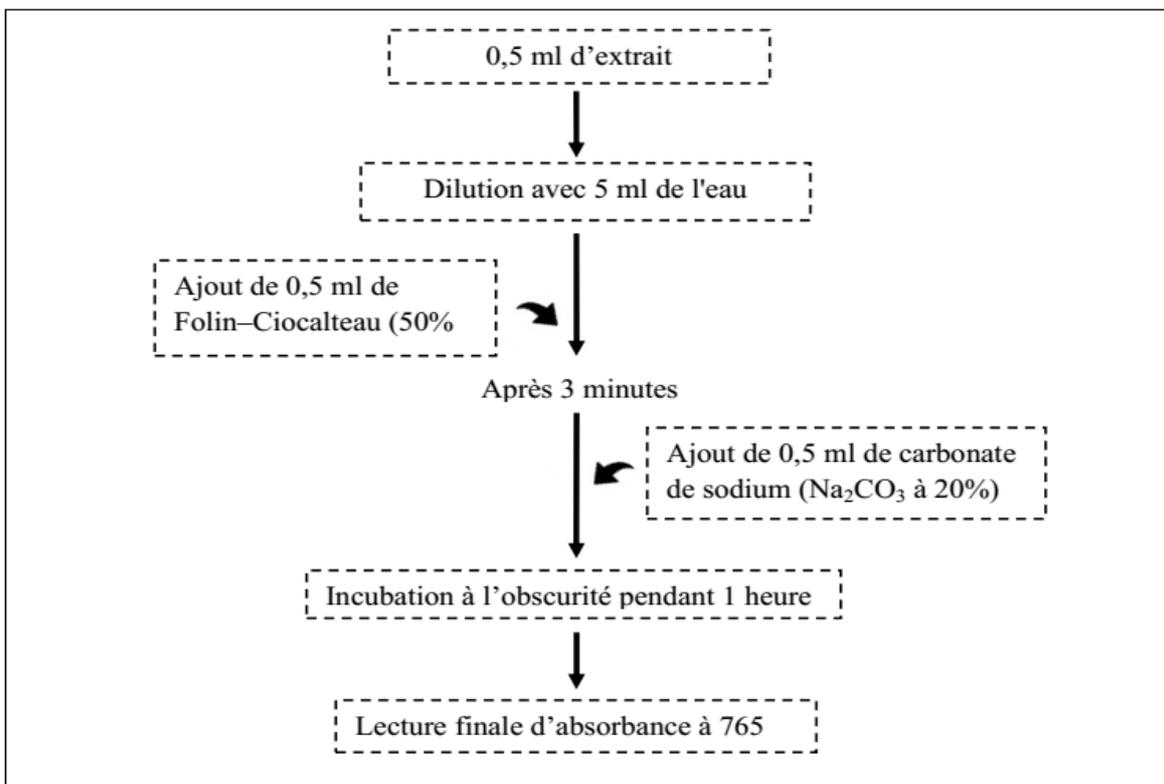
La gamme d'étalonnage a été préparée en utilisant des solutions de  $\beta$ -carotène de différentes concentrations de 0,39 jusqu'à 12,5  $\mu\text{g/ml}$



Courbe d'étalonnages des Caroténoïdes totaux

**(ANNEXE 11) Détermination de la teneur en polyphénols totaux : Extraction :**

**Figure : 2** Récapitulation des étapes d'extraction des polyphénols totaux

**Dosage :**

**Figure : 3** Récapitulation des étapes de dosage des polyphénols totaux

La concentration des polyphénols totaux est calculée à partir de l'équation de régression de la courbe d'étalonnage (Figure). Elle est établie avec l'acide gallique (0,25 à 0,0039 mg/ml). 25 mg d'acide gallique sont dissouts dans 100ml de méthanol, soit une solution (S) avec une concentration de 0,25mg/ml, puis on dilue 5 ml de la solution mère avec 5ml d'eau distillée et on obtient la dilution (S/2), Ainsi pour les autres dilutions, on refait la même procédure). Le blanc est représenté par 5 ml d'eau distillée, additionné de 0,5 ml de FolinCiocalteu (1N) et 0,5 ml de carbonate de sodium (20%).

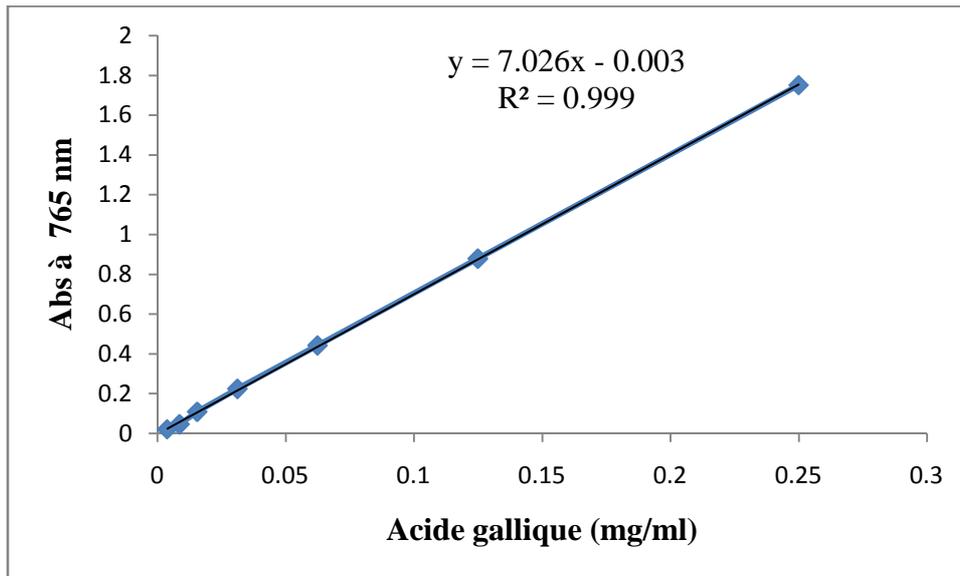


Figure n° : Courbe d'étalonnage des Polyphénols totaux

**(ANNEXE 12) Détermination de la teneur en flavonoïdes totaux :**

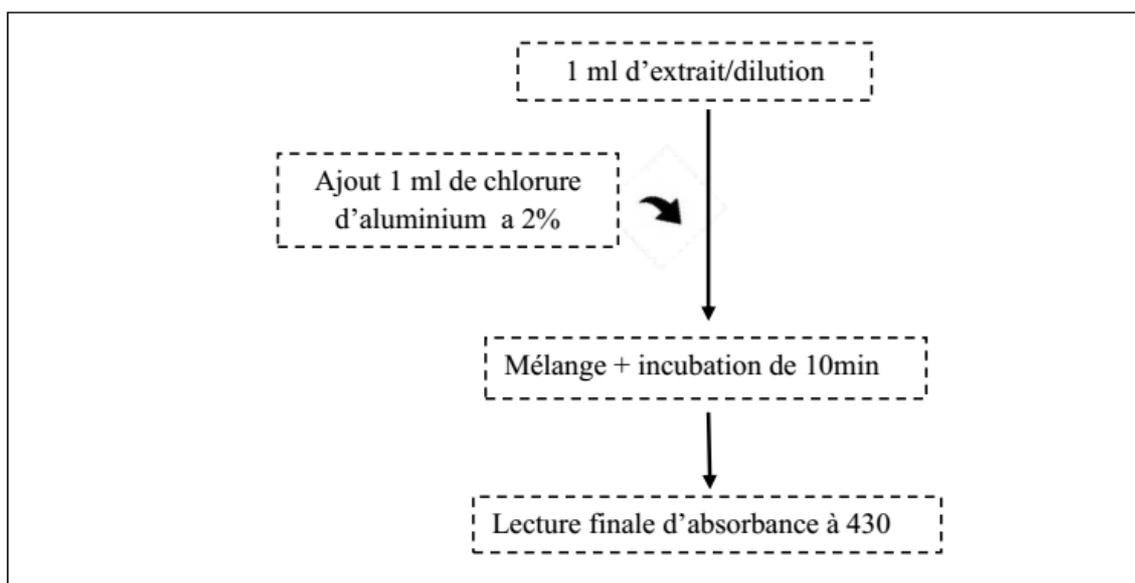


Figure : 4 Récapitulation des étapes de dosage des flavonoïdes

Un standard de calibration a été préparé en utilisant des solutions de quercétine de différentes concentrations de 40 à 0,625 µg/ml. Ces concentrations sont pratiquées dans les mêmes conditions opératoires que les échantillons.

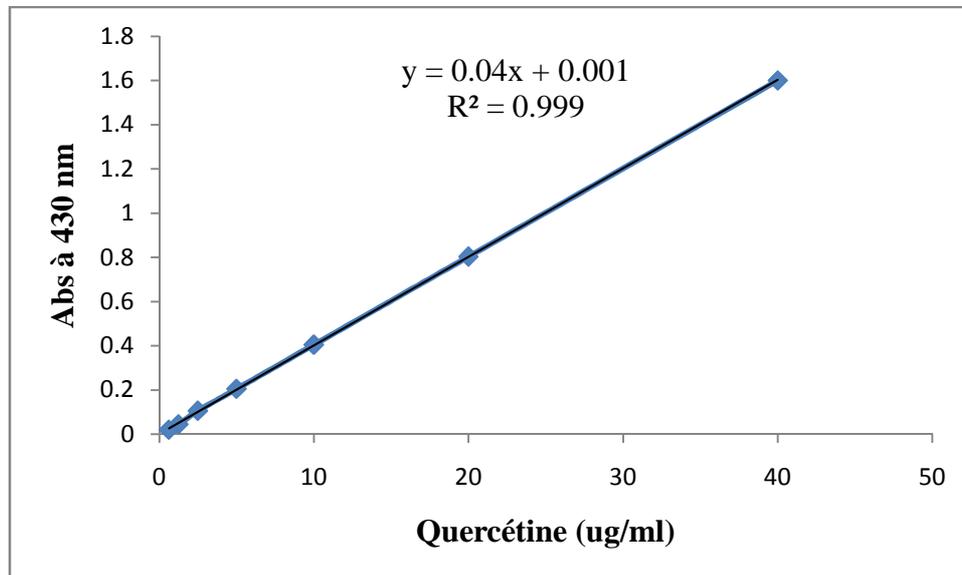


Figure n° : Courbe d'étalonnages des Flavonoïdes totaux

### **(ANNEXE 13) Recherche et dénombrement des Germes Aérobie Mésophiles Totaux:**

#### **Mode opératoire :**

A partir des dilutions décimales allant de  $10^{-1}$  à  $10^{-3}$ , porter aseptiquement :

- 1 ml dans une boîte de pétri vide préparée à cet usage et numérotée.
- Compléter ensuite avec environ 20 ml de gélose PCA ou TGEA fondue puis refroidie à 45°C.
- Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de (8) pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée.
- Laisser solidifier sur paillasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de la même gélose ou de gélose blanche. Cette double couche à un rôle protecteur contre les contaminations diverses (DELARRAS, 2007).

**Incubation :**

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

- Première lecture à 24 heures.
- Deuxième lecture à 48 heures.
- Troisième lecture à 72 heures.

**Lecture :**

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

**Dénombrement :**

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

- Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies.
- Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution.
- Faire ensuite la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions  
( GUIRAUD, 2004).



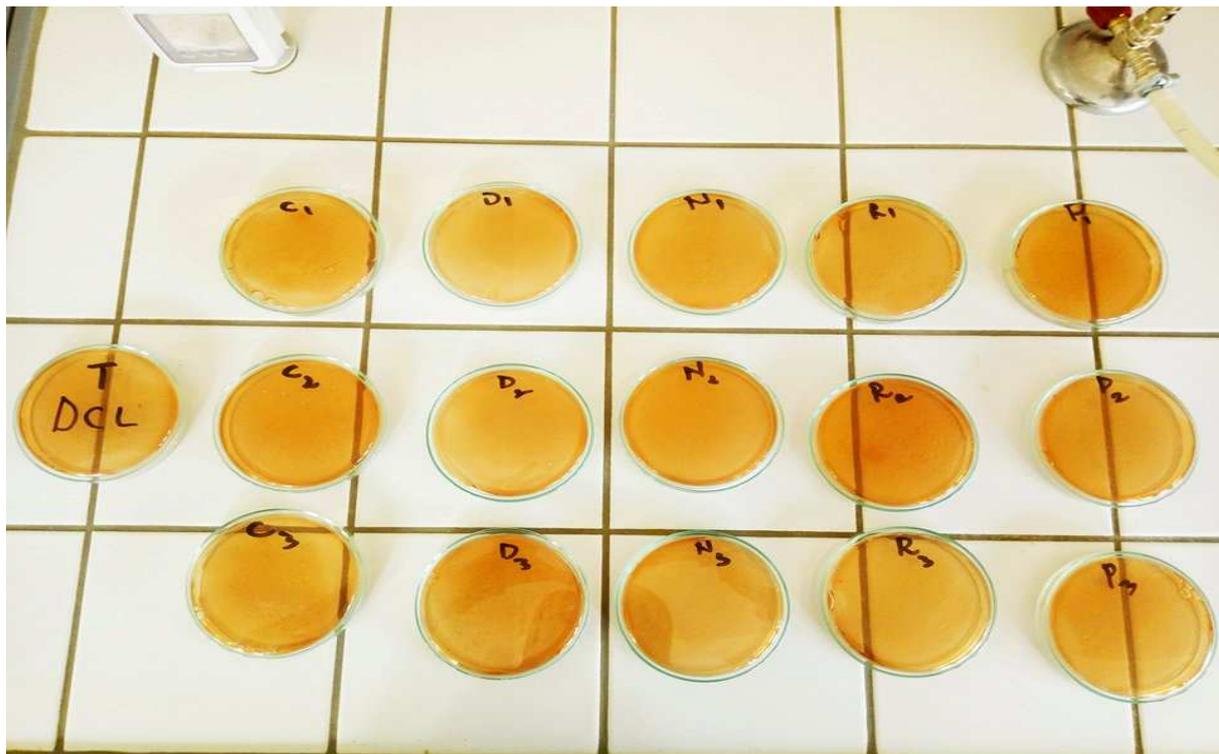
**(ANNEXE 14) Recherche et dénombrement des Coliformes Totaux à 37°C et fécaux à 44°C :****Milieu Solide :****Principe :**

Le milieu sélectif pour le dénombrement des coliformes est le DCLA (Desoxycholate Citrate Lactose Agar) qui permet à ces germes de fermenter plus ou moins rapidement le lactose.

**Mode opératoire :**

- On dépose 01 ml de l'échantillon à examiner dans des boîtes de pétrie stériles.
- On remplit le 1/3 de la boîte par le milieu de culture (DCLA)
- On incube les boîtes dans une étuve pendant 48h à 37°C pour les coliformes fécaux et à 44°C pour les coliformes totaux.

Les colonies caractéristiques des coliformes sont d'un rouge foncé et d'un diamètre d'au moins 0.5 mm.



**(ANNEXE 15) Recherche et dénombrement des Staphylococcus Aureus à 37°C :****Mode opératoire :****➤ Préparation du milieu d'enrichissement :**

Au moment de l'emploi, ouvrir aseptiquement le flacon contenant le milieu de Giolliti Cantonii pour y ajouter 15 ml d'une solution de Téliurite de potassium. Mélanger soigneusement. Le milieu est alors prêt à l'emploi.

**➤ Ensemencement :**

A partir des dilutions décimales retenues, porter aseptiquement 1 ml par dilution dans un tube à vis stérile.

Ajouter par la suite environ 15 ml du milieu d'enrichissement comme l'indique la **Figure N°**, bien mélanger le milieu et l'inoculum.

**Incubation :**

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

**Lecture :**

Seront présumés positifs, les tubes ayant virés au noir.

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

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

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

**Expression des résultats :**

- Si à la dilution  $10^{-3}$ , le tube a noirci au bout de 24 heures d'incubation, mais à l'isolement sur Chapman, il n'y a pas de colonies caractéristiques ; ce tube est considéré comme négatif.
- Si par contre à la dilution  $10^{-1}$ , le tube a noirci au bout de 24 heures d'incubation, et à l'isolement, il y a des colonies caractéristiques, il faut tenir compte de la dilution en question, car le nombre réel de Staphylococcus aureus correspond à l'inverse de la dilution.

Dans se cas, il y a donc 10 Staphylococcus aureus par gramme ou millilitre de produit à analyser.

### **(ANNEXE 16) Recherche et dénombrement des Levures et Moisissures à 22°C :**

#### **Mode opératoire :**

- A partir des dilutions décimales,  $10^{-1}$  à  $10^{-3}$ , porter aseptiquement 4 gouttes dans une boites de pétrie contenant de la gélose OGA ou SABORAUD.
- Étaler les gouttes à l'aide d'un râteau stérile, puis incuber à 22°C pendant 5 jours.
- Opérer de la même façon et dans les mêmes conditions, avec le diluant (TSE), c'est-à-dire qu'il faut prendre quatre gouttes du diluant, les étaler avec un râteau à part et les incuber dans le même endroit que les boites tests, cette boite constitue le témoin diluant.
- Incuber telle quelle, une boite de milieu utilisé à savoir OGA ou SABOURAUD, cette dernière sera incubée également telle quelle dans le même endroit et dans les mêmes conditions de température, elle constitue le témoin du milieu.
- Au moment de la lecture, commencé obligatoirement par les deux boites témoin du milieu et le diluant, si l'une d'entre elle est contaminée, l'analyse est ininterprétable donc à refaire.
- Dans le souci de ne pas se trouver en face de boites envahies soit par les Levures soit par les Moisissures, on doit effectuer des lectures et des dénombrements tout les jours, Levures à part et Moisissures à part.



#### **Incubation :**

Incuber à 22°C, pendant 5 jours avec lecture tous les jours.

#### **Lecture :**

La première lecture doit se faire après 48 heures d'incubation.

- Les colonies de Levures apparaissent bombées, blanches, rondes, lisses, pigmentées et brillantes.

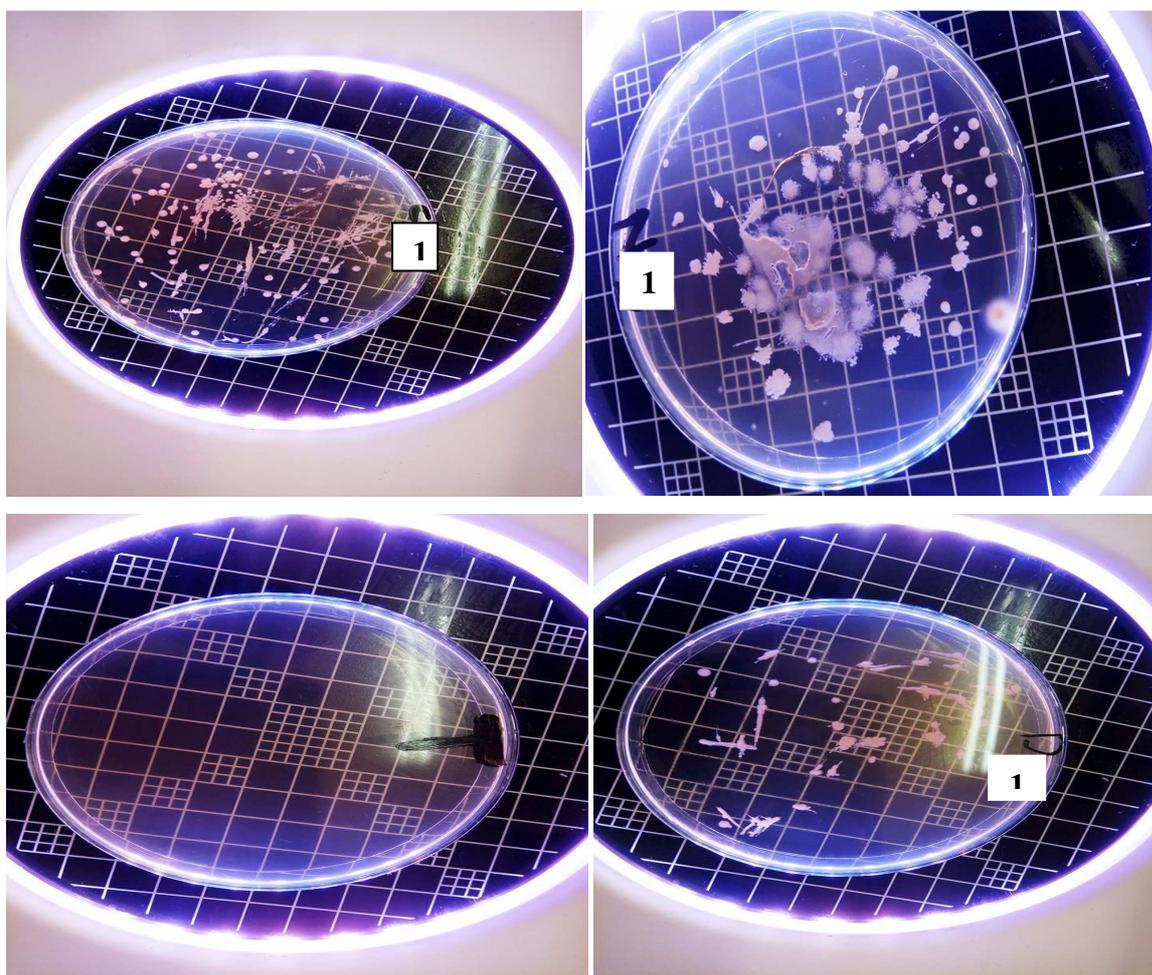
- Pour les moisissures les colonies sont filamenteuses, compactes, rugueuses avec des couleurs différents entre le blanc et vert.

Les résultats sont exprimés en nombre germes/ml.

#### Interprétation des résultats :

- Étant donné d'une part, qu'on a pris 4 gouttes des dilutions décimales.
- Étant donné d'autre part, qu'on considère que dans 1 ml, il y a 20 gouttes.
- Pour revenir à 1 ml, il faut multiplier le nombre trouvé par 5.

Par ailleurs, le nombre trouvé par l'inverse de la dilution correspondante, faire ensuite la moyenne arithmétique, puis exprimé le résultat final en ml ou en gr de produit à analyser.



#### (ANNEXE 17) Normes de microbiologie

##### Critères microbiologiques des jus de fruits ou légumes et eau fruitée

Journal officiel de la république algérienne N°35 daté du 27 mai 1998.

Jus de fruits ou légumes et eau fruitée	n	c	m
Germe aérobies à 37°C / ml	-	-	$\leq 10^5$
Coliformes / 100ml	-	-	Absence
Clostridium sulfite réducteur à 46°C / 100ml	-	-	Absence
Salmonella / ml	-	-	Absence
Levures / 1 litre	5	5	$\leq 20$
Moisissure / 100ml	5	2	$\leq 10$
Staphylococcus aureus / ml	5	5	Absence

Sachant que :

n : nombre d'échantillons utilisés.

c : nombre d'échantillons positifs.

m : nombre maximum de microorganismes acceptés.

### **(ANNEXE 18) : FICHE DE DEGUSTATION**

#### **Fiche de dégustation**

**Date .../.../...**

**Indication : Gout ; Odeur ; Couleur**

<b>Gout</b>	<b>Odeur (qualité)</b>	<b>Odeur (intensité)</b>	<b>Couleur</b>
++ : Appréciable	++ : Appréciable	++ : Forte	+++ : Orange
+ : Non appréciable	+ : Non appréciable	+ : Faible	++ : Jaune orange
			+ : Orange

<b>Indication</b>	<b>Non de produit</b>	<b>Référence</b>	<b>Observation</b>	<b>Décision</b>

**Non et prénom**

## Résumé

La consommation des jus d'orange se voit augmentée grâce à la large gamme des produits disponibles au marché. Néanmoins, les consommateurs souhaitent de plus en plus des jus de haute qualité qui ressemblent aux jus naturels, par leur aspect organoleptique tout en garantissant une qualité nutritionnelle. De ce fait les industries agro-alimentaires doivent répondre aux exigences des consommateurs. Pour cela, il faut toujours chercher à améliorer la qualité de la matière première, le conditionnement et le stockage du produit fini qui préservent la qualité nutritionnelle du jus industriel.

Cette présente étude réalisé au niveau des laboratoires d'analyses physicochimiques et microbiologiques de l'INSFP ; Ksar Elboukhari, Wilaya de Médéa; a porté sur la caractérisation de quelques marques de jus d'orange locales. Ainsi cinq marques ont été choisie; Candia, Daily, N'gaous, Rouïba et Excellence. L'échantillonnage a été effectué au niveau de la daïra de Ksar Elboukhari chez des commerçants de détail, choisis au hasard, pour cela, nous avons réalisé cinq prélèvements pour chaque marque.

Dans le premier volet de l'étude porté sur la caractérisation nutritionnelle ; on note que le pur jus d'orange de la marque Excellence, comparée aux autres marques de jus d'orange a base de concentré, présente le meilleur profil nutritionnel ; par ses fortes teneurs en acides organiques, en cendres et en antioxydants et par des taux relativement bas en sucres totaux, avec dominance de fructose . En comparant les marques de jus d'orange à base de concentré étudiées ; Candia, Daily, N'gaous et Rouiba ; on conclu que chacune d'elle possède ses propres caractéristiques parfois similaires ou très proches entre plusieurs marques.

Le deuxième volet de cette étude concerne l'évaluation microbiologique ; à travers les résultats obtenus, on note que excepté, les premiers échantillons de chaque marque analysée, dont on a relevé un nombre réduit en levures, moisissures et germes totaux ; les deux autres échantillons de toutes les marques étudiées montre l'absence totale en germes recherchés ;

En fin l'analyse hédonique des marques de jus d'orange étudiées montre que les préférences et les tendances des dégustateurs, s'orientent d'avantage vers les jus les plus sucré ; quand aux jus ayant une qualité nutritionnelle élevée, sont plus au moins ou non de tout appréciée par l'ensemble de dégustateurs.

Mots clés ; Jus d'orange, concentré d'orange, marques de jus, caractérisation, profile nutritionnelle ;