

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
**Université A. MIRA - Béjaia**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département de Sciences Alimentaires**  
**Spécialité Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire**



**Réf :.....**

**Mémoire de Fin de Cycle**  
**En vue de l'obtention du diplôme**

**MASTER**

***Thème***

**Contribution à la préparation d'une pâte de  
fruit à base d'orange pour l'incorporation  
dans un yaourt**

Présenté par :

**MENASRIA Meriem & MERRANI Meriam**

Soutenu le : **24 juin 2023**

Devant le jury composé de :

|                               |     |              |
|-------------------------------|-----|--------------|
| Mme LAHOUCHE Rahima           | MCA | Présidente   |
| Mme BOUARROUDJ-HAMICI Khalida | MCB | Encadreur    |
| Mme DJAOUD Kahina             | MCB | Examinatrice |

**Année universitaire : 2022 / 2023**

# *Remerciements*

*Tout d'abord, nous tenons à remercier DIEU le tout puissant qui nous a fourni plusieurs personnes à qui on voudrait témoigner toutes nos reconnaissances et nous avoir donné la santé, la volonté à réaliser ce modeste travail.*

*Nos plus sincères remerciements s'adressent à notre promotrice Mme BOUARROUDJ.KH pour avoir accepté de nous encadrer, pour sa disponibilité, son encouragement, et surtout sa patience et ses conseils judicieux durant l'élaboration de ce mémoire.*

*Nous remercions aussi les membres du jury, Mme LAHOUCHE RAHIMA, Mme BOUARROUDJ KHALIDA, Mme DJAOUED KAHINA qui ont accepté d'évaluer notre travail, sans oublier l'ensemble des enseignants de notre faculté SNV ayant contribué à notre formation durant notre cycle d'études.*

*Mes vifs remerciements pour tout le personnel d'AGRANA Fruit, pour leur soutien, leurs conseils et leurs orientations durant notre période de stage surtout Mme BOUDJEMAA. N, AZROUH, Mr SAADKI LAAZIZ, Mme HADDAD.GH, Mme SAIGHI.S, Mr ZERROUKI ATMANE.*

*Un très grand MERCI adressé plus particulièrement à nos très chers parents, qui ont pu nous soutenir, nous aider, nous encourager, tout au long des années d'études.*

*Nos remerciements vont également pour tous ceux et toutes celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.*

## *Dédicaces*

*Je m'incline devant le dieu le tout puissant qui m'a ouvert la porte du savoir pour réaliser ce modeste travail que je dédie :*

*A ma chère famille grand et petit, à mes chers parents papa et maman que j'aime énormément pour leurs sacrifices illimités, leurs soutiens et leurs prières toute au long de ma vie.*

*A mes chères sœurs Nabila et Lahna et mes frères Mazigh et Belkacem.*

*A mon cher oncle Mustapha et sa femme Radia et leurs enfants Imane, Djidji, et Kikou.*

*A mes chères cousines Asma, Aichouch et Selma et ma chère tante Djimou.*

*A mon meilleur ami Omar qui a été toujours à mes côtés pour m'aider et m'encourager à tout moment.*

*A mes adorables amies Faroudja, Celina, Tita, Amel, Manel, Meriam, Maya, Kenza.*

*A mon binôme Meriem ainsi qu'à sa famille.*

*A ma promotrice Mme BOUARROUDJ Khalida pour son soutien et ses conseils.*

*A tous ceux qui ont contribué à la réussite de ce travail de proche ou de loin.*

**MERIAM.**

# *Dédicaces*

*Au nom du dieu le plus puissant, En ce jour mémorable je tiens à dédier ce travail à :*

*Mes très chères parents qu'ils ont été toujours à mes côtés, pour leurs sacrifices, Leur confiance, leur amour, leur soutien et leur encouragements durant toute mes années d'études et que je ne pourrai jamais les remercier assez, J'implore le tout puissant qu'il leur donne la santé et une longue et heureuse vie.*

*Ma chère sœur Lydia que je remercie beaucoup pour son soutien moral et mon chère frère Sifax, que dieu les protège.*

*A toute la Famille sans exception, à mes chères cousines : Nesrine , Mélina, Moha et Marouane, et à mon fiancé Fares que je remercie énormément.*

*Je dis merci infiniment à Ma chère binôme Meriam qui m'a toujours aidé et pour tous les beaux moments et les souvenirs qu'on a vécu ensemble.*

*A mes chères amies : Célia , Sonia , Houria , Meriem , Wissam, Fatma , Maya , Fatima , Habiba, Zahia , Nadjet, Yamina .*

*Tous mes camarades de la promotion QPSA 2022/2023.*

*A ma promotrice Mme BOUARROUDJ Khalida pour son soutien et ses conseils*

*À toute personne que je n'ai pas citée et qui m'a aidé de près ou de loin à réaliser ce travail, Je vous remercie.*

***MERIEM.***

# *Liste des abréviations*

**AFNOR** : Association française de normalisation.

**Ap-J-C** : après Jésus-Christ.

**FIL** : Fédération Internationale Laitière.

**FTAM** : Flore Totale Aérobie Mésophile.

**FAO** : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

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

**K-cal** : kilo calories.

**MG** : Matière grasse.

**PCA** : Polyéthylène téréphtalate (plate count agar).

**pH**: Potentiel Hydrique.

**UFC**: Unité Formant Colonie.

**VRBL** : cristal violet et au rouge neutre (violet red bile lactose agar).

**YGC**: Yeast Extract Glucose Chloramphenicol (Levure Glucose Chloramphénicol).

**FAOSTAT**: Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database.

## *Liste des tableaux*

| <b>Tableau</b> | <b>Titre</b>                                                                                  | <b>Page</b> |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Tableau I      | principales variétés d'orange                                                                 | 5           |
| Tableau II     | Composition biochimique d'orange douce pour 100g<br>de fruit frais                            | 6           |
| Tableau III    | Différents types du yaourt et leurs caractéristiques                                          | 11          |
| Tableau IV     | Composition et proportions des ingrédients incorporés<br>aux deux préparations sélectionnées. | 19          |
| Tableau V      | Proportions des pâtes d'oranges incorporées aux<br>yaourts.                                   | 19          |
| Tableau VI     | Codage des échantillons à déguster                                                            | 27          |
| Tableau VII    | Résultats de l'analyse du pH des pulpes, et des essais                                        | 29          |
| Tableau VIII   | Résultats de l'analyse du Brix des pulpes, et des essais                                      | 29          |
| Tableau IX     | Résultats de l'analyse de la viscosité, des pulpes, et des<br>essais.                         | 30          |
| Tableau X      | Résultats des analyses microbiologiques                                                       | 30          |

# *LISTE DES FIGURES*

| <b>FIGURE</b> | <b>TITRE</b>                                                                        | <b>Page</b> |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Figure 1      | Part des différents pays producteurs d'orange dans la production mondiale en 2000.  | 2           |
| Figure 2      | Evolution de la production nationale de l'orange (FAOSTAT, 2019).                   | 3           |
| Figure 3      | Structure d'un Citrus                                                               | 5           |
| Figure 4      | Schéma de fabrication des yaourts                                                   | 13          |
| Figure 5      | Photographies des étapes de la transformation de l'orange au laboratoire.           | 15          |
| Figure 6      | Les différentes étapes de préparation d'une pulpe juteuse                           | 16          |
| Figure 7      | Les différentes étapes de préparation de la pâte d'orange et les analyses effectués | 16          |
| Figure 8      | photographie des deux préparations sélectionnées.                                   | 18          |
| Figure 9      | Photographie de pH mètre utilisé                                                    | 20          |
| Figure 10     | Photographie de refractomètre utilisé                                               | 21          |
| Figure 11     | Photographie de viscosimètre utilisé                                                | 21          |
| Figure 12     | Schéma représentatif des analyses microbiologiques sans enrichissement effectuées.  | 24          |
| Figure 13     | Schéma représentatif des analyses microbiologiques avec enrichissement effectuées   | 26          |
| Figure 14     | Photographie de la paillasse de l'évaluation hédonique.                             | 28          |
| Figure 15     | Photographie des boites de Pétri issues après incubation.                           | 31          |
| Figure 16     | Pouvoir discriminant par descripteur                                                | 32          |
| Figure 17     | Pénalités des échantillons de la pâte d'orange.                                     | 33          |
| Figure 18     | Corrélations entre les variables et les facteurs.                                   | 35          |



# Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....1

## Partie bibliographique

Chapitre I : généralités sur l’orange

I.1 Historique et origine.....2

I. 2 Importance économique de l’orange (Citrus Sinensis).....2

I.2.1 Production mondiale .....2

I.2.2 Production nationale (Algérienne).....3

I.3 Description botanique et classification .....3

I.4 Anatomie des oranges.....4

I.4.1 L’écorce.....4

I.4.2 La pulpe (ou endocarpe).....4

I.4.3 Les pépins.....4

I.5 Principales variétés.....5

I.6 La composition biochimique et valeurs nutritionnelles des oranges.....6

I.7 Les aspects bénéfiques de l’orange.....7

Chapitre II : Généralités sur le yaourt

II.1 Histoire du yaourt.....9

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| II.2 Définition du yaourt .....                  | 9  |
| II.3 Consommation et importance économique ..... | 10 |
| II.4 Classification du yaourt.....               | 10 |
| II.5 Technologie de fabrication du yaourt.....   | 12 |
| II.6 Les effets bénéfique de yaourt.....         | 14 |

## **Partie expérimentale**

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I. Matériels et méthodes.....                                                                      | 15 |
| I.1. Site et conditions d'échantillonnages.....                                                    | 15 |
| I.2. Etapes de préparation de la pâte d'orange.....                                                | 16 |
| I.2.1 Ingrédients utilisés pour la préparation de la pâte d'orange à l'échelle<br>laboratoire..... | 17 |
| I.2.2 Méthodes de préparation.....                                                                 | 17 |
| I.3. Incorporation de la pâte d'orange dans un yaourt brassé.....                                  | 19 |
| I.4 Analyses physico-chimiques.....                                                                | 20 |
| I.4.1 Détermination de potentiel Hydrique.....                                                     | 20 |
| I.4.2 Détermination du degré Brix.....                                                             | 20 |
| I.4.3 Détermination de viscosité.....                                                              | 21 |
| I.5. Analyses microbiologiques.....                                                                | 22 |
| I.5.1 Analyses microbiologiques sans enrichissement .....                                          | 22 |
| I.5.1.1 Recherche de la flore totale aérobie mésophile (FTAM).....                                 | 22 |
| I.5.1.2 Recherche des coliformes totaux.....                                                       | 22 |
| I.5.1.3 Recherche des levures et moisissures.....                                                  | 23 |

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| I.5.2 Analyses microbiologiques avec enrichissement.....           | 25 |
| I.5.2.1 Recherche de la flore totale aérobie mésophile (FTAM)..... | 25 |
| I.5.2.2 Recherche des coliformes.....                              | 25 |
| I.5.2.3 Recherche des levures et moisissures.....                  | 25 |
| I.6 Evaluation sensorielle.....                                    | 27 |
| II. Résultats et discussions                                       |    |
| II.1 Analyses physico-chimiques.....                               | 29 |
| II.1.1 Détermination de potentiel hydrique.....                    | 29 |
| II.1.2 Détermination du degré de Brix.....                         | 29 |
| II.1.3 Détermination de la viscosité.....                          | 30 |
| II.2 Analyses microbiologiques.....                                | 30 |
| III. Analyses sensorielle.....                                     | 32 |
| III.1 Caractérisation de produit.....                              | 32 |
| III.1.1. Pouvoir discriminant par descripteur.....                 | 32 |
| III.1.2 Coefficients des modèles.....                              | 33 |
| III.2 Analyse en composante principale (ACP).....                  | 35 |
| Conclusion.....                                                    | 36 |

Références bibliographiques

Annexes

# *Introducción*

## ***Introduction***

---

La consommation des fruits a des effets bien connus sur la santé, qui peuvent être liés à leur potentiel antioxydant et nutritionnel. En effet, la consommation régulière de fruits peut prévenir de nombreuses maladies, telles que les maladies cardiovasculaires, le diabète et l'excès de mauvais cholestérol (**Benaiche, 2001 ; Dari et Yaro, 2018**)

Les fruits, notamment les agrumes occupent une place importante dans l'alimentation humaine. Ils apportent les nutriments nécessaires pour l'organisme (**Rakotovao, 2004**). La connaissance de leur constituant permettrait aux consommateurs de choisir les aliments en fonction de leurs besoins alimentaires (**Dari et Yaro, 2018**).

Parmi ces fruits, les oranges, ressuscitent un regain d'intérêt par les chercheurs et les consommateurs, quant à leurs propriétés nutritionnelles et gustatives, ces fruits sont consommés aussi bien frais que transformé sous forme de jus, de confiture ou de marmelade (**Pandharipande et Makode, 2012**).

Récemment, l'enrichissement des yaourts avec des fruits riches en composés phénoliques en tant qu'additifs présente une nouvelle approche pour développer des yaourts fonctionnels dotés de propriétés nutritionnelles, anti-oxydantes et thérapeutiques améliorées (**Kim et al., 2019**).

Grâce à l'introduction de yaourt sucré aux fruits la production du yaourt a considérablement augmenté, d'ailleurs plusieurs variétés de yaourt additionnés d'additifs naturels ou encore de morceaux de fruit naturels ou bien de pâte de fruits fraîche, sont disponibles sur le marché (**Januário et al., 2017**).

L'objectif de ce travail est l'essai de formulation de pâte de fruit à base d'orange qui a subi différentes analyses physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles afin de l'incorporer dans un yaourt commercialisé, au niveau de l'unité SPA AGRANA Fruit située à la zone industrielle de « Taharacht » wilaya de Bejaia.

Afin de mieux situer le contexte de ce travail, une synthèse bibliographique portant sur les généralités sur l'orange et le yaourt. La deuxième partie, expérimentale, qui présente les différentes méthodes utilisées durant cette étude, les analyses physico-chimiques et microbiologiques, ainsi qu'une analyse sensorielle des yaourts incorporés de pâtes d'orange sélectionnées réalisée au niveau de laboratoire d'analyses sensorielles de l'université Abderrahmane MIRA de Bejaia, et enfin les principaux résultats obtenus ainsi qu'une discussion.

# *Partie bibliographique*

## Chapitre I : généralités sur l'orange

### I.1 Historique et origine

Le terme «Orange» est apparu au XIII<sup>ème</sup> siècle, il vient de l'arabe «Narangi» (Liu et al., 2012).

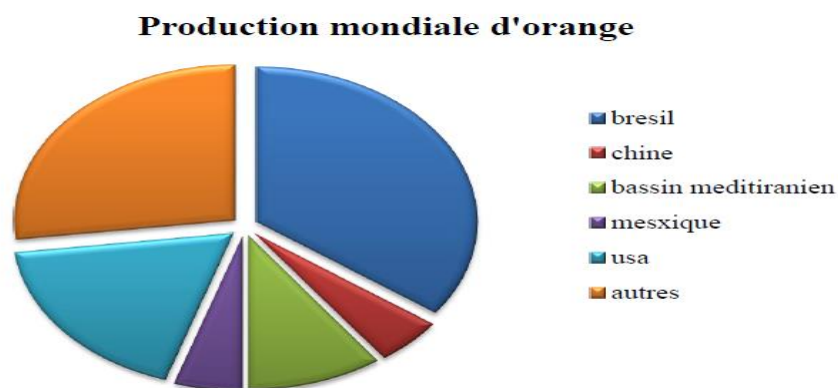
Les oranges sont originaires d'Asie du Sud-Est. Selon les documents enregistrés il y a 2200 ans, ce fruit a été déjà connue à cette époque en Chine. Elle voyagera le long de la route de la soie vers l'Europe et à travers le Moyen-Orient, où elle trouvera le climat qu'il lui convient (Whitney et al., 2002).

Aujourd'hui, l'oranger est l'arbre fruitier le plus planté au monde. Jusqu'aux années 1920, ses fruits étaient principalement consommés frais (Whitney et al., 2002).

### I. 2 Importance économique de l'orange (Citrus Sinensis)

#### I.2.1 Production mondiale

Les plus grands producteurs d'orange sont le Brésil, les États-Unis, la Chine, le Mexique, Espagne, Grèce, Italie, et Maroc. La production d'orange représente 63% de la production mondiale d'agrumes et 95% de la production brésilienne. Les États-Unis et le Brésil produisent à eux seuls 52% de la production mondiale (34% pour le Brésil et 18% pour les États-Unis) (FAO, 2001). La production mondiale d'orange n'est pas homogène et se distribue entre un nombre restreint de pays producteurs comme s'ait représentée dans la figure 2 ci-dessous.



**Figure 1** : Part des différents pays producteurs d'orange dans la production mondiale en 2000.

### **I.2.2 Production nationale (Algérienne)**

L'évolution de la production des oranges enregistrée au niveau national au cours de la période allant de 2010 à 2019 est illustrée dans la figure 3 ci-dessous. La production algérienne des oranges la plus faible été en 2010 avec 600 milles tonnes, suivie d'une augmentation à partir de 2011 jusqu'à 2015. Une diminution a été enregistrée en 2016 pour reprendre l'évolution en 2017 et atteindre 1 million de tonnes en 2019 (FAOSTAT, 2019).



**Figure 2:** Evolution de la production nationale de l'orange (FAOSTAT, 2019).

### **I.3 Description botanique et classification**

L'orange appartient à la famille des Rutaceae d'origine du sud-est Asiatique. L'oranger est un arbre au port harmonieux avec une croissance rapide. Il a un aspect plutôt arrondi, parfois colonnaire. Les branches portent des feuilles vert foncé, ovales, coriaces et finement denticulées (B.I.H.A, 2009).

L'orange pèse en moyen 200g et se compose d'une peau épaisse et rugueuse qui contient une pulpe très juteuse répartie en quartiers (Cottin, 2002).

L'oranger est une variété très appréciée par les consommateurs pour ses qualités gustatives et ses rendements annuels très élevés. Plusieurs variétés existent sur le marché (B.I.H.A, 2009).



## **I.4 Anatomie des oranges**

Les fruits sont globuleux et orange vif, mais formes et couleurs peuvent varier sensiblement selon les espèces, ainsi que la teneur en jus, l'acidité, la couleur de la pulpe... (Jean et Polese, 2008).

Ce fruit, est de forme sphérique ou ovoïde, recouvert d'une peau externe constituée d'une pellicule colorée ou "flavédo" riche en huiles essentielles et caroténoïdes, et d'une partie interne blanche ou "albédo" riche en pectine. L'intérieur du fruit est divisé en fines tranches pelliculées, contenant souvent le noyau. Une partie comestible, l'endocarpe ou épiderme interne (Espirad, 2002).

Selon **Ramful et al.(2010)**, la structure d'une orange, est caractérisée par les composants suivants :

### **I.4.1 L'écorce**

Se décline en deux parties :

- **L'épicarpe:** c'est la couche extérieure colorée (zeste), appelée « flavédo » et sa couleur jaune orangé est due aux flavanones. Elle contient des glandes aux huiles essentielles qui donnent aux oranges l'odeur particulière. Elle représente 8 à 10% du fruit.
- **Le mésocarpe:** il s'agit de la couche blanche interne, appelée « albédo » qui a une consistance spongieuse plus ou moins épaisse par rapport à la taille du fruit, et ne contient aucun flavanone soluble. Elle représente 12 à 30% du fruit.

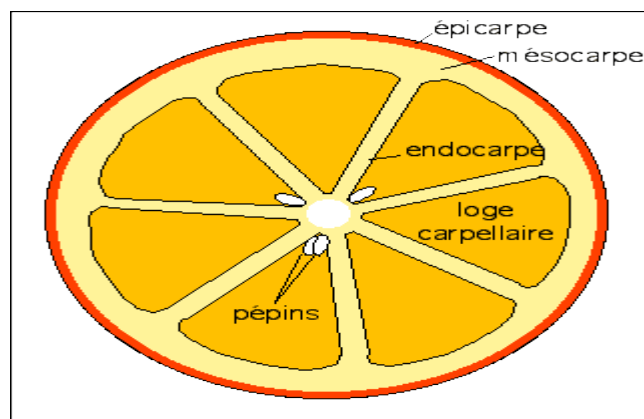
### **I.4.2 La pulpe (ou endocarpe)**

C'est une partie comestible divisée en quartiers juteux. Elle est constituée en une série de poils charnus ou vésicules renfermant le jus. Elle est souvent plus ou moins acide et sucrée ou amère et elle représente 50 à 80% du fruit.

### **I.4.3 Les pépins**

Situer près du centre de l'orange, riches en huiles essentielles. Ils représentent 0 à 4% du fruit.

La figure 3 ci-dessous représente la structure générale ;



**Figure 3:** Structure d'un Citrus (Bachès *et al.*, 2011).

### I.5 Principales variétés

Le genre Citrus comprend la plupart des agrumes. Il existe plusieurs variétés (tableau I), qui se distinguent par la forme du fruit, la couleur de la chair, le temps de maturation et les caractéristiques sensorielles du fruit (Ollitrault *et al.*, 2000).

**Tableau I :** principales variétés d'orange.

| Oranges douces ( <i>Citrus Sinensis</i> L.)<br>Selon <b>Carla M <i>et al.</i> (2016)</b> .                                                                                                                                                                                                                                                                            | Oranges amères ( <i>Citrus aurantium</i> L.) Selon<br><b>Peterson <i>et al.</i> (2006)</b> .                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oranges Navel ; Les variétés traditionnelles incluses dans ce groupe comprennent ; Navel Late, Navelina et Lane late.</li> <li>• Les oranges communes ; telle que la Salustiana et la Valencia.</li> <li>• Les oranges sanguines ou pigmentées ; La Sanguine est l'un des membres les plus célèbres de ce groupe.</li> </ul> | <p>Ce groupe inclut quatre variétés ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berguamot</li> <li>• Chinitto</li> <li>• Daida</li> <li>• Séville</li> </ul> |

## I.6 La composition biochimique et valeurs nutritionnelles des oranges

L'orange est un fruit particulièrement juteux et désaltéré, elle contient plus de 85% d'eau. Sa composition chimique varie d'une espèce à une autre. Elle contient très peu de lipides, protéines et fibres. Le saccharose est le sucre le plus dominant. La sérine et la proline sont les principaux acides aminés. Le potassium, le magnésium et le calcium sont les principaux minéraux et l'acide citrique est l'acide organique le plus dominant (**Li-ying et al., 2008**).

D'après **Heinonen et al. (1989)**, les acides organiques du jus d'orange sont principalement l'acide citrique, l'acide isocitrique et l'acide malique. L'acide citrique est responsable de l'acidité du jus d'orange. La couleur du jus d'orange est due aux caroténoïdes (principalement lutéine et quantités mineures de zéaxanthine, de cryptoxanthine et de bêta-carotène).

Le tableau II illustre la composition biochimique d'oranges douces pour 100g de fruit frais.

**Tableau II:** Composition biochimique d'orange douce pour 100g de fruit frais

| Composition biochimique    | Valeur    | Références                    |
|----------------------------|-----------|-------------------------------|
| Eau (g)                    | 87-92     | <b>Farnworth et al., 2001</b> |
| Glucides (g)               | 9,2-9,5   | <b>Farnworth et al., 2001</b> |
| Protéines (g)              | 0,109     | <b>Brat et al., 2003</b>      |
| Lipides (g)                | 0,189     | <b>Brat et al., 2003</b>      |
| Caroténoïdes (mg)          | 0,2-3,5   | <b>Mouly et al., 1999</b>     |
| Vitamine C (mg)            | 50        | <b>Farnworth et al., 2001</b> |
| B-carotène (mg)            | 0,04-0,37 | <b>Farnworth et al., 2001</b> |
| Niacine (vitamine B3) (mg) | 0,13-0,46 | <b>Farnworth et al., 2001</b> |
| Acide malique (mg)         | 937-966   | <b>Farnworth et al., 2001</b> |
| Acide citrique (mg)        | 160-164   | <b>Farnworth et al., 2001</b> |
| Acide ascorbique (mg)      | 44,5-68,8 | <b>Park et al., 1983</b>      |

L'eau constituante de l'orange contient la plupart des nutriments sous forme dissoute. Les oranges contiennent 23 types de nutriments essentiels tels que le sucre, le fer, le phosphore et les vitamines B1, B2 et B3, ainsi que des protéines, de l'acide citrique et du calcium (Heinonen *et al.*, 1989).

### **I.7 Les propriétés biologiques de l'orange**

La consommation accrue de fruits et légumes protège contre les maladies dégénératives telles que le cancer et l'athérosclérose. Des études épidémiologiques ont montrées une relation inverse entre la consommation des fruits et légumes et les maladies cardiovasculaires (Ercan *et al.*, 2011).

Il est scientifiquement prouvé que les oranges riches en vitamines et en minéraux, présentent de nombreux effets bénéfiques sur la santé humaine (Ercan *et al.*, 2011);

- **Effet antioxydant** : Les oranges, en tant qu'excellente source de vitamine C, contiennent de puissants antioxydants naturels, des folates, des fibres alimentaires et d'autres composants bioactifs comme les caroténoïdes et les flavonoïdes, qui préviennent du cancer et des maladies dégénératives. Manger des aliments riches en vitamines C, améliore l'immunité du corps contre les agents infectieux et élimine les radicaux libres nocifs et inflammatoires du sang. L'orange douce contient divers composés phytochimiques tels que l'hespéridine et la narigénine. La narigénine a un effet bioactif sur la santé humaine en tant qu'antioxydant, piègeur de radicaux libres, agent anti-inflammatoire, et modulateur du système immunitaire (Etebu *et al.*, 2014).
- **Effet anti-obésité** : Les oranges douces sont faibles en calories, ne contiennent ni graisses saturées ni cholestérol mais elles sont riches en pectine, une fibre alimentaire très bénéfique pour les personnes qui souffrent de l'obésité. En tant que laxatif en vrac, la pectine protège la muqueuse des effets des agents toxiques, et lie les produits chimiques cancérigènes dans le côlon. Il a été démontré que la pectine réduit le taux de cholestérol sanguin en se liant aux acides biliaires dans le côlon. Les écorces d'orange contiennent de la synéphrine, un alcaloïde qui réduit la production de cholestérol dans le foie (Etebu *et al.*, 2014).
- **Effet anti-cancéreux** : Les flavonoïdes d'agrumes peuvent prévenir de cancer grâce à une cytotoxicité sélective, des actions antiprolifératives et l'apoptose. Les flavonoïdes ont des propriétés antimutagènes et protègent l'ADN des dommages grâce à leur capacité à absorber la lumière ultraviolette. Ils neutralisent les radicaux libres qui

favorisent les mutations lorsqu'ils sont générés à proximité de l'ADN (**Etebu et al., 2014**).

- **Effet inflammatoire:** En raison de la présence dans les flavonoïdes des agrumes des composés ayant une activité anti-inflammatoire grâce à la présence des enzymes régulatrices (protéine kinase C, phosphodiesterases, phospholipases, lipoxygénases, cyclooxygénases) qui contrôlent la formation de médiateurs biologiques impliqués dans l'activation des cellules endothéliales et des cellules spécialisées impliquées dans l'inflammation. L'inhibition des réponses immunitaires et inflammatoires par les flavonoïdes peut être liée à l'inhibition de ces enzymes (**Etebu et al., 2014**).
- **Effet contre le vieillissement :** La pulpe d'orange fraîche est utilisée comme soins de visage pour le traitement des maladies de peau, d'acné (**Valnet, 2001**).
- **Autres effets :**
  - ❖ La saveur amère et aromatiques de la pulpe d'oranges amère aide à ouvrir l'appétit et facilite la digestion, Par ailleurs ; elle aide à fixer le calcium sur les os, et évite l'apparition de maladies tel que le scorbut et le Barlow (**Valnet, 2001**).
  - ❖ Abaissement de la pression artérielle (**Ramful et al., 2011**).

## **Chapitre II : Généralités sur le yaourt**

### **II.1 Histoire du yaourt**

Au Néolithique, 7000 ans avant notre ère, les populations ont utilisé la poterie comme moyen de transformation du lait cru en fromage et de sa conservation en utilisant la technique de lactofermentation, ce qui a été étudié par Louise Pasteur au 19<sup>ème</sup> siècle. En utilisant des bactéries lactiques qui limitent la prolifération des germes pathogènes et permet l'acidification de lait (**Bourlioux, 2007 ; Syndifrais, 2019**).

Le mot « yaourt » qui est d'origine grecque, « yoghurt » ou « yoghurt » d'origine turque ont fait leur entrée officielle dans le dictionnaire français pour la première fois en 1925. Ce sont les Bulgares d'Asie Centrale qui ont inventé le yaourt mais ses origines sont probablement multiples. La nomenclature du lait fermenté change d'un pays à l'autre selon l'espèce animale, la culture et l'environnement (**Brothwell, 1998 ; Bourlioux et al., 2011**).

### **II.2 Définition du yaourt**

Le yaourt est un lait fermenté généralement par deux types de micro-organismes probiotiques : *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*. La consommation de ce produit laitier aide à la protection contre plusieurs maladies comme les maladies cardiovasculaires et le cancer, et travaille également à améliorer le fonctionnement de système digestif et cela est due à son apport en plusieurs composés probiotiques et plusieurs nutriments élevés (**Hasegawa & Bolling, 2023**).

Le yaourt améliore la qualité globale de l'alimentation et augmente les chances à atteindre les recommandations nutritionnelles grâce à sa richesse en minéraux comme le calcium, phosphate, magnésium, zinc, et plusieurs types de vitamines: B12, B1, B2 et en protéines d'une grande valeur biologique (**McKinley, 2005**).

Le yaourt fait partie des produits laitiers dit « ultra-frais laitier » à date limite de consommation courte qu'il faut conserver à des températures comprises entre 0 et 6 C°.

Selon la fédération internationale laitière (FIL) et le Codex alimentarius : « le nombre de bactéries vivantes dans les laits fermentés à la date limite de consommation doit être égale à 10<sup>7</sup> UFC (unité formant colonie) par gramme rapportée à la partie lactée dans le produit. Les réglementations peuvent varier selon les pays, fixant des minima compris entre 10<sup>6</sup> et 10<sup>8</sup> UFC par gramme ou par millilitre de produit » (**Bourlioux et al., 2011**).

### **II.3 Consommation et importance économique**

Les produits laitiers occupent une grande partie dans le développement de l'économie de l'Algérie et de monde. A partir de l'année 1950, la consommation mondiale de yaourt a été augmentée, les néerlandais consomment 286 pots de yaourt par habitant en 2014, suivie par les Turc avec 282 pots, les français avec 280 pots et les Américains qui sont considérer comme petit consommateur avec 60 pots par habitant (**Syndifrais, 2017**).

En 2016 l'Algérie a été considérer comme le premier consommateur de produits laitiers du Maghreb avec un taux de 115 litres /habitants/an dont la production de yaourt et dessert a été estimé à 428 000 tonnes par an (**Bureau business France, 2017**). En France le yaourt est consommé par toutes les catégories d'âge de la population surtout chez les enfants entre 3et 5 ans (**Charby et al., 2017**).

### **II.4. classification du yaourt**

Outre l'appréciation de son goût et de sa texture, le yogourt est apprécié pour son excellente valeur nutritive. Le yaourt a de la valeur nutritionnelle notable : apport calorique relativement faible (90kcal en moyenne pour 125 grammes de yaourt classique), peu salé et peu gras, riche en protéines et en potassium. Le yaourt contient également toutes les vitamines B, les vitamines A, D et K.

Il existe différents types de yaourt sur le marché en fonction de la teneur en matières grasses, du goût ou de la texture (**Degnon, 2018**). Le tableau III résume les différents types de yaourt :

Tableau III : Différents types du yaourt et leurs caractéristiques (Vignola, 2002)

| Les différents types                                                                                                                                                           | Caractéristiques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Selon la teneur en matières grasses :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Yaourt écrémé</li> <li>- Yaourt partiellement écrémé</li> <li>- Yaourt entier</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- sa teneur en matière grasse ne dépasse pas 0,5</li> <li>- sa teneur en matière grasse est moins de 3% et plus de 0,5%.</li> <li>- contient au minimum 3% de matière grasse.</li> </ul>                                                                                                                                                                     |
| <p>Selon la technologie de fabrication :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Yaourt ferme</li> <li>- Yaourt brassé</li> <li>- Yaourt à boire</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ce sont les yaourts en pots, généralement des yaourts nature ou aromatisés. La fermentation se fait après la mise en pot à une T° de 42°C et 44°C</li> <li>- L'incubation du type brassé se fait en cuve et le refroidissement est réalisé avant le conditionnement</li> <li>- Le coagulum est réduit à l'état liquide avant le conditionnement</li> </ul> |
| <p>Selon les additifs alimentaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Yaourt aromatisé</li> <li>- Yaourt fruité</li> <li>- Yaourt light</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Addition d'arôme.</li> <li>- Addition de fruits.</li> <li>- Addition d'édulcorants sans sucre.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                  |



## **II.5 Technologie de fabrication du yaourt**

Les procédés de fabrication des yaourts se caractérisent par plusieurs étapes. Le lait utilisé doit être enrichie en matière grasse et en extrait sec laitier cette étape c'est l'étape de standardisation ;

- ensuite le lait standardisé est pasteurisé à une température de 90 C° pendant quelques minutes ce qui permet d'éliminer les germes pathogènes et indésirables, et d'inhiber l'activité enzymatique et il est homogénéisé pour améliorer la dispersion de la matière grasse dans le lait ;
- Refroidissement du lait à une température de 45 C° (température optimale de la fermentation) ;
- Ensemencement de levain avec un taux qui varie de 1 à 5% dans une cuve ;
- La fermentation qui se déroule pendant 2h à 3h. Cette étape varie selon le type de yaourt produit : pour le yaourt brassé le laitensemencé est fermenté puis brassé en tank, refroidi, conditionné et enfin stocké. pour le yaourt ferme le laitensemencé et d'abord conditionné en pot puis fermenté ce qui permet la formation d'un caillé, refroidi et stocké ;
- Stockage au froid à une température de 4 C° (**Syndifrais, 1997; Syndifrais, 2019**),

Le diagramme de fabrication du yaourt est représenté dans la figure 4 ;

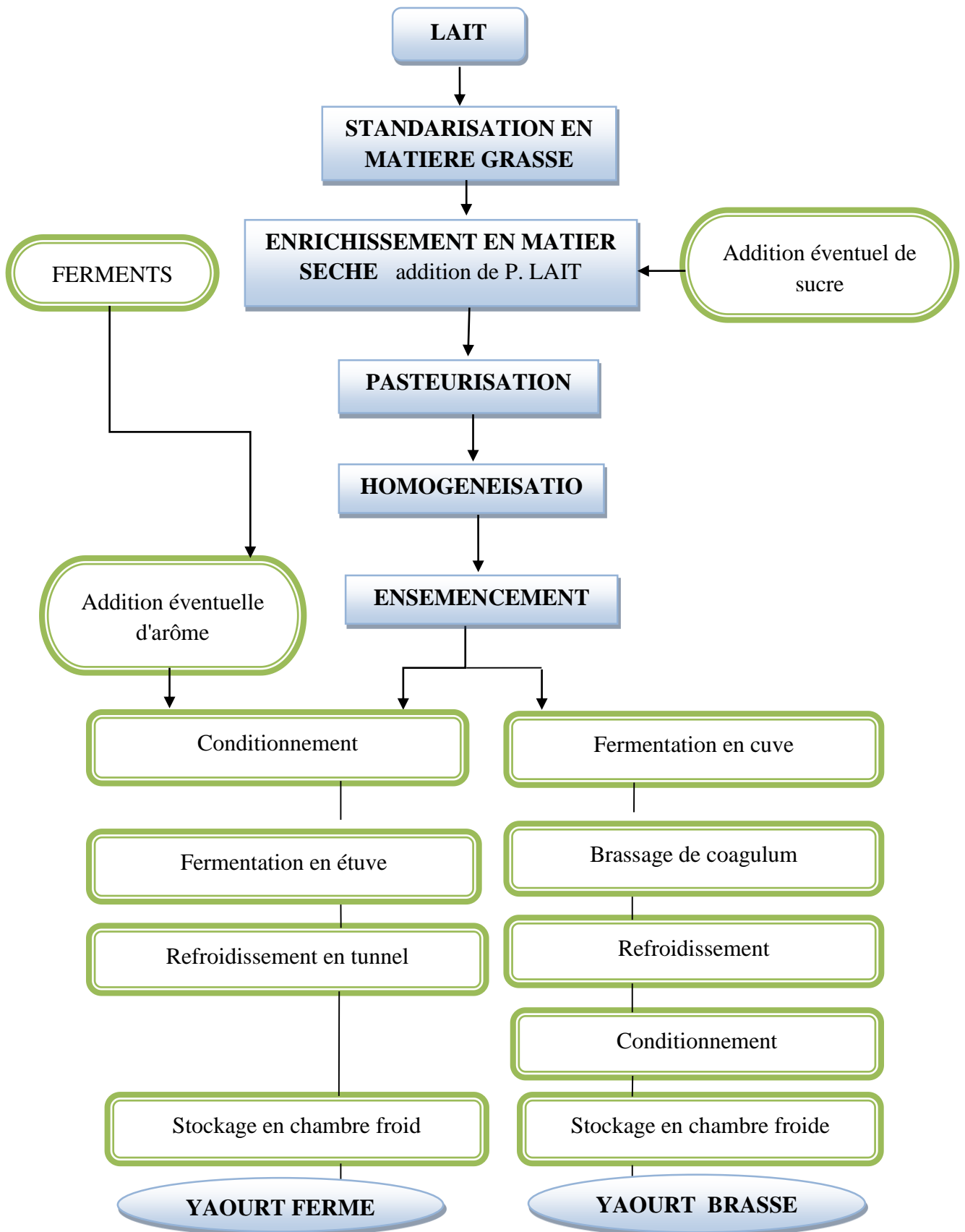


Figure 4 : Schéma de fabrication des yaourts (Bourlioux *et al.*, 2011)

## II.6 Les effets bénéfiques de yaourt

Le yaourt est considéré comme un produit bénéfique pour la santé grâce à sa valeur nutritionnelle élevée et surtout à sa composition en deux éléments probiotiques essentiels: les bactéries lactiques et les métabolites qu'elles produisent lors de la fermentation, comme il exerce plusieurs effets qui favorisent plusieurs fonctions dans le corps :

- Le yaourt peut réduire le risque cardiovasculaire, le risque de cancer, le diabète type 2 et même permet de contrôler le poids de corps (**Lecefer, 2020**).
- Permet de réduire le risque d'apparition d'une diarrhée surtout chez les enfants et même renforce l'immunité de corps (**Lecefer, 2020**).
- Peut être consommé pour améliorer le confort intestinale en réduisant les troubles de système digestif (**Bourlioux et al., 2011**).
- La lactase bactérienne (enzyme obtenu à partir des bactéries lactiques qui se trouve dans le yaourt) hydrolyse le lactose en glucose et galactose ce qui facilite leur absorption dans l'intestin grêle (**Bourlioux et al., 2011**).

*Partie expérimentale*

*Matériels et méthodes*

## I. Matériels et méthodes

Notre projet de fin de cycle, a été effectué au niveau de l'unité AGRANA Fruit (Annexe I), pendant une période de deux mois et à l'université de Abderrahmane mira au sein de laboratoire d'analyses sensorielles.

Notre travail expérimental consiste en un essai de formulation d'une pâte de fruit préparée à base de l'orange pour l'incorporation dans un yaourt brassé.

Dans le cas de notre expérimentation, 10 essais de formulation ont été effectuées, et deux essais ont été sélectionnés, puis on a évalué la stabilité de la pâte sélectionnée où des contrôles physico- chimiques, microbiologiques et organoleptiques ont été estimés.

### I.1. Site et conditions d'échantillonnages

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est le fruit d'orange du genre *Citrus Sinensis-L*, provenant d'un marché local au niveau de la wilaya de Bejaia. Les oranges achetées étaient bien mûres, saines et ne possèdent aucune lésion. Elles ont été soigneusement transportées au laboratoire où elles ont été triées.

Une fois au laboratoire de l'unité d'AGRANA Fruit, les oranges triées, sont conservées dans un réfrigérateur à 4°C afin de garder au maximum leur fraîcheur, et faciliter l'étape d'épluchage. Suite à cela, les oranges sont lavées et épluchées dans le but de prélever uniquement l'endocarpe (figure n°5) ou la pulpe de l'orange (uniquement la chair du fruit à l'intérieur des membranes).

Des analyses physicochimiques, comprenant la mesure du Brix, du pH, sont effectuée afin de contrôler la qualité des oranges, ainsi que de comprendre les caractéristiques du fruit et d'ajuster la recette de fabrication pour obtenir une pâte d'orange de bonne qualité.

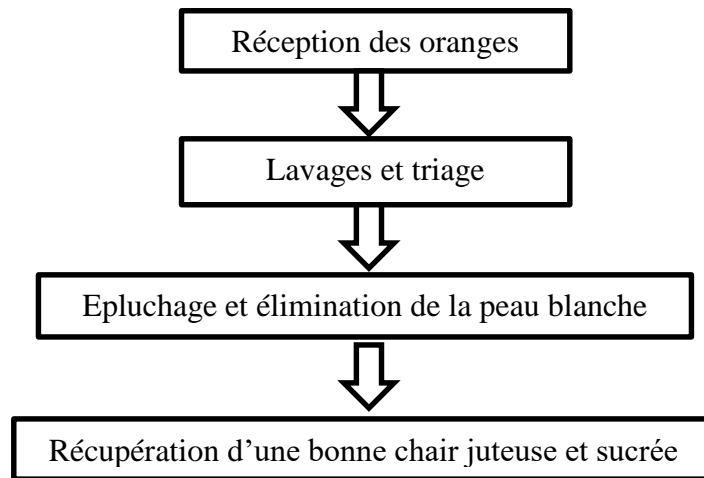
Une fois la pulpe d'orange prête, d'autres ingrédients sont incorporés, et le mélange est pasteurisé. Cette préparation est effectuée le même jour du découpage des oranges.

La figure 5 montre les étapes de la transformation de l'orange au laboratoire ;



**Figure 5:** Photographies des étapes de la transformation de l'orange au laboratoire.

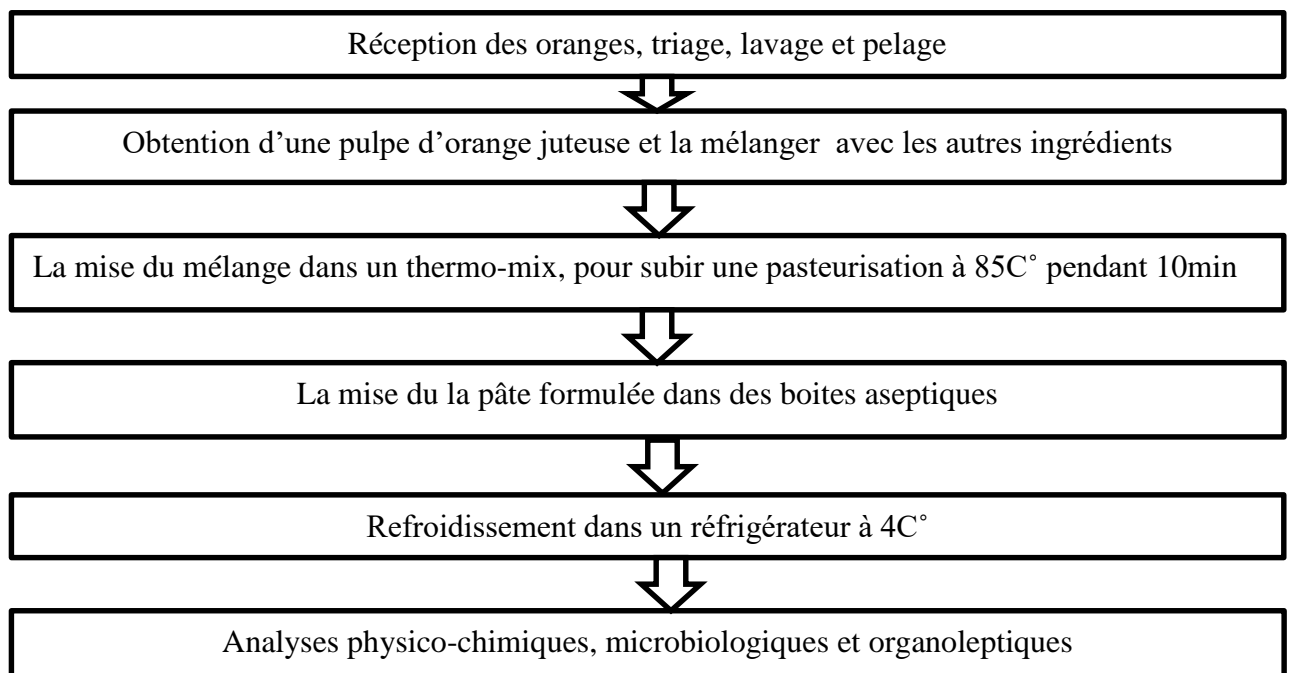
La figure n°6 montre les différentes étapes de préparation de la pulpe d'orange.



**Figure 6:** Les différentes étapes de préparation d'une pulpe juteuse.

### **I.2. Etapes de préparation de la pâte d'orange**

Afin d'obtenir la pâte d'orange, nous avons effectués plusieurs étapes avec des proportions d'ingrédients modifiés à chaque fois jusqu'à l'obtention d'une pâte de bonne qualité organoleptiques et hégiénique, dont deux essais sont sélectionnés pour être incorporées dans le yaourt brassé (Annexe II).



**Figure 7:** Les différentes étapes de préparation de la pâte d'orange et les analyses effectués.

### **I.2.1 Ingrédients utilisés pour la préparation de la pâte d'orange à l'échelle laboratoire**

Pour préparer une pâte d'orange destinée à être incorporée dans un yaourt à l'échelle laboratoire, on a utilisé plusieurs ingrédients avec des quantités qui respectent les normes utilisées au sein de l'industrie AGRANA pour 100g de produit fini. Et y parmi ces ingrédients :

- **La pulpe d'orange** préparée au préalable ;
- **L'eau de process** : C'est une eau provenant d'une source d'eau, qui a subi un traitement par le service qualité du laboratoire qui rend l'eau propre à la consommation humaine ;
- **Le sucre** : le sucre utilisé est le sucre blanc raffiné fournis par AGRANA fruit, pour améliorer le goût sucré de la préparation, et pour faciliter la solubilité de la pectine dans le mélange ;
- **Les épaississants** : nous avons utilisé de l'amidon et de la pectine, qui agissent sur la viscosité et la consistance, dans le but d'obtenir la texture souhaitée ;
- **Conservateur** : le sorbate de potassium, qui est un additif alimentaire ajouté aux aliments dans le but de prolonger leurs durées de conservation en les protégeant des altérations dues aux microorganismes afin de garantir la stabilité du produit ;
- **Les arômes** : l'aromatisation de notre produit fini est réalisée par l'ajout d'un arôme d'orange ;
- **L'arôme modifié** : l'ajout de ce type d'arôme a pour but de donner un goût sucré pour la préparation sans influencer sur le taux de Brix ;
- **Colorant** : afin de donner au yaourt une couleur orange claire ;
- **Régulateur d'acidité** : l'acide citrique est utilisé pour fixer le pH ;
- **concentré d'orange** : nous avons utilisé deux types : congelé et non congelé pour différencier entre les deux préparations, essai 1 et 2.

### **I.2.2 Méthodes de préparation**

Le procédé utilisé pour la préparation de la pâte d'orange, consiste à mélanger l'amidon, le sorbate de potassium avec de l'eau froide, la pectine est mélangée avec le sucre pour éviter la formation des grumeaux, puis le tout est incorporé à la pulpe d'orange juteuse.

Ensuite nous avons ajouté le colorant dissous dans l'eau, et le régulateur d'acidité. Puis le mélange est mis dans un thermo-mix afin de subir une pasteurisation à 85°C pendant une

10min. l'ajout des arômes est réalisé au cours du chauffage en raison de leur caractère volatile. Enfin, le mélange obtenu est mis dans des flacons aseptiques et conservé au froid (4C°).

Dans notre cas, dix formulations ont été effectuées à différentes proportions d'orange, sucre, eau, amidon, pectine, régulateurs d'acidité, conservateur, colorant et arôme modifié. Ainsi qu'avec des arômes et concentrés d'orange différents.

Après avoir préparé la pâte d'orange à différentes proportions, un test organoleptique a été effectuée afin de choisir la bonne préparation ayant les meilleurs critères d'appréciation (couleur, goût, texture). D'après le test de dégustation préliminaire, les préparations 9 et 10 (figure 9) sont sélectionnées en tenant en compte du taux de Brix et de leurs caractéristiques sensorielles. Ces préparations sont codées : Essai 1 (préparation 9) et essai 2 (préparation 10).



**Figure 8** : photographie des deux préparations sélectionnées.



Les deux préparations sélectionnées se diffèrent uniquement par les proportions d'ingrédients ajoutées (Tableau IV).

**Tableau IV :** Composition et proportions des ingrédients incorporés aux deux préparations sélectionnées.

| Ingrédients          | Essai 1 %                     | Essai 2 %                       |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Orange               | [45-48]                       | [47-50]                         |
| Eau                  | [15-18]                       | [14-17]                         |
| Sucre                | [25-28.5]                     | [25-29]                         |
| Amidon               | [2-4]                         | [2-4]                           |
| Pectine              | [0.3-0.5]                     | [0.3-0.5]                       |
| Colorant             | [0.01-0.02]                   | [0.01-0.02]                     |
| Régulateur d'acidité | [0.1-0.2]                     | [0.1-0.25]                      |
| Arôme modifié        | [0.6-0.8]                     | [0.2-0.4]                       |
| Arôme                | [0.3-0.4]                     | [0.2-0.3]                       |
| Conservateur         | 0.1                           | 0.1                             |
| Concentré d'orange   | Concentré normal<br>[0.5-0.7] | Concentré congelé<br>[0.1-0.15] |

### I.3. Incorporation de la pâte d'orange dans un yaourt brassé

Le yaourt brassé utilisée est un yaourt commercialisé. L'incorporation des deux essais aux yaourts est réalisée dans des conditions hygiéniques strictes afin d'éliminer tout risque de contamination du produit fini. Les essais 1 et 2 sont ajoutés selon les proportions indiquées dans le tableau V.

**Tableau V:** Proportions des pâtes d'oranges incorporées aux yaourts.

| Produit fini       | Essai 1 | Essai 2 | Témoin |
|--------------------|---------|---------|--------|
| Yaourt brassé %    | 88      | 90      | 100    |
| La pâte d'orange % | 12      | 10      |        |

## **I.4 Analyses physico-chimiques**

La mesure de potentiel hydrique et le degré de Brix sont effectués sur la matière première « pulpe d'orange », ainsi que sur le produit fini « la pâte d'orange » suivi par la viscosité.

### **I.4.1 Détermination de potentiel Hydrique**

Selon AFNOR, « le pH correspond au logarithme négatif de la concentration en ions H<sup>+</sup>, il est la différence de potentiel existant entre deux électrodes plongées dans le produit» (AFNOR, 1986). Comme il est considéré parmi les paramètres qui influences sur le développement des bactéries dans les aliments surtout lorsque sa valeur varie entre 3 et 6, qui favorise leur prolifération et donc peuvent diminuer la durée de conservation d'un aliment (Fernandez et Guerra, 2011).

Le pH de notre préparation est mesuré par un pH mètre calibrer avec deux solutions tampon de pH= 4 et pH=7 avant utilisation, puis l'électrode est introduite dans un volume suffisamment important de l'échantillon, après un moment donné le résultat s'affiche sur l'appareil du pH mètre.



**Figure 9:** Photographie de pH mètre utilisé.

### **I.4.2 Détermination du degré Brix**

Le Brix représente le pourcentage de concentration des matières solides solubles dans l'eau ou dans un échantillon comme par exemple le sucre (AFNOR, 1986).

Le degré de Brix est déterminé à l'aide d'un appareil appelé refractomètre, (le calibrage est toujours obligatoire on utilisant l'eau distillée, une solution concentré à 30% et une autre à 60% en sucre), pour déterminer la teneur en sucre de l'échantillon tel que : purée de fruits, confiture, jus de fruits...

Après nettoyage de l'appareil le prisme de refractomètre est rempli avec l'échantillon à analyser et on appuis sur le bouton Start et lire directement la valeur afficher sur l'écran en pourcentage.



**Figure 10** : Photographie de refractomètre utilisé

### **I.4.3 Détermination de viscosité**

Le test de viscosité nous permet de mesurer la consistance de la préparation. La viscosité est mesurée après une journée suivant la préparation de la pâte (J+1). Une quantité suffisante de notre échantillon est mise dans le viscosimètre, le chronomètre est déclenché, après une minute, le résultat est obtenu.



**Figure 11** : Photographie de viscosimètre utilisé

## **I.5. Analyses microbiologiques**

Nous avons réalisé deux types d'analyses ; analyses microbiologiques normales et des analyses avec enrichissement. Le choix du type d'analyse s'effectue selon les exigences du client.

### **I.5.1 Analyses microbiologiques sans enrichissement**

La solution mère est préparée par le mélange de 90 ml d'eau peptonée avec 10g de la pâte d'orange.

#### **I.5.1.1 Recherche de la flore totale aérobie mésophile (FTAM)**

La flore totale aérobie mésophile est l'ensemble de microorganismes capable à se multiplier à l'air aux températures moyennes, dont la température optimale de croissance est située entre 25 et 40°C. Ils peuvent être des microorganismes d'altération ou pathogènes (**Bourgois, 1991**).

Le milieu de culture utilisé pour la recherche de la flore totale est le milieu PCA (Plate Count Agar), (Annexe III). La gélose est fondue est maintenue en surfusion à 45°C ensuite coulée dans des boîtes de Pétri après avoir mis 1 ml de l'échantillon à analyser (deux boîtes et une autre boîte témoin contenant uniquement la gélose PCA) afin de réaliser un ensemencement en masse. L'échantillon et la gélose ont été mélangés en effectuant des mouvements de huit pour avoir une bonne homogénéisation puis laissé se solidifier sur la paille. Les boîtes ont été incubées à 30°C pendant 72 heures.

#### **➤ Expression des résultats**

L'apparition des germes aérobies dans les deux cas sous forme de colonies lenticulaire poussant en masse. Seulement les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies sont retenues. Le résultat obtenu en calculant la moyenne des colonies dans les deux boîtes.

#### **I.5.1.2 Recherche des coliformes totaux**

En microbiologie alimentaire, on appelle coliformes les entérobactéries fermentant le lactose avec production de gaz à 30°C. Cependant, lorsqu'ils sont en nombre très élevé, les peuvent provoquer des intoxications alimentaires (**Guiraud, 2003**).

Le milieu utilisé pour la recherche des coliformes est le VRBL (Gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre), (Annexe III). 1ml de la solution mère été déposé dans la boîte de Pétri (deux boîtes par dilution), puis le milieu VRBL en surfusion a été versé et mélangé avec des mouvements de huit. Laisser solidifier, puis ajouter une deuxième couche de gélose pour empêcher la diffusion des cellules. Puis on passe à l'incubation à 30°C pendant 2J. Une autre boîte est préparée comme témoin et incubée contenant uniquement le milieu VRBL (**ISO 4832**).

➤ **Expression des résultats**

Les Coliformes totaux apparaissent sous forme de petites colonies jaunes ou orange, lisses, légèrement bombées sur le milieu VRBL.

### **I.5.1.3 Recherche des levures et moisissures**

Les levures et les moisissures sont des champignons hétérotrophe, organismes eucaryotes, uni ou multicellulaires. Ils provoquent des changements organoleptiques des denrées alimentaires tels que: l'altération du goût, le gonflement, la mauvaise présentation et la diminution de la durée de conservation des produits (**Guiraud et Galzy, 1980**).

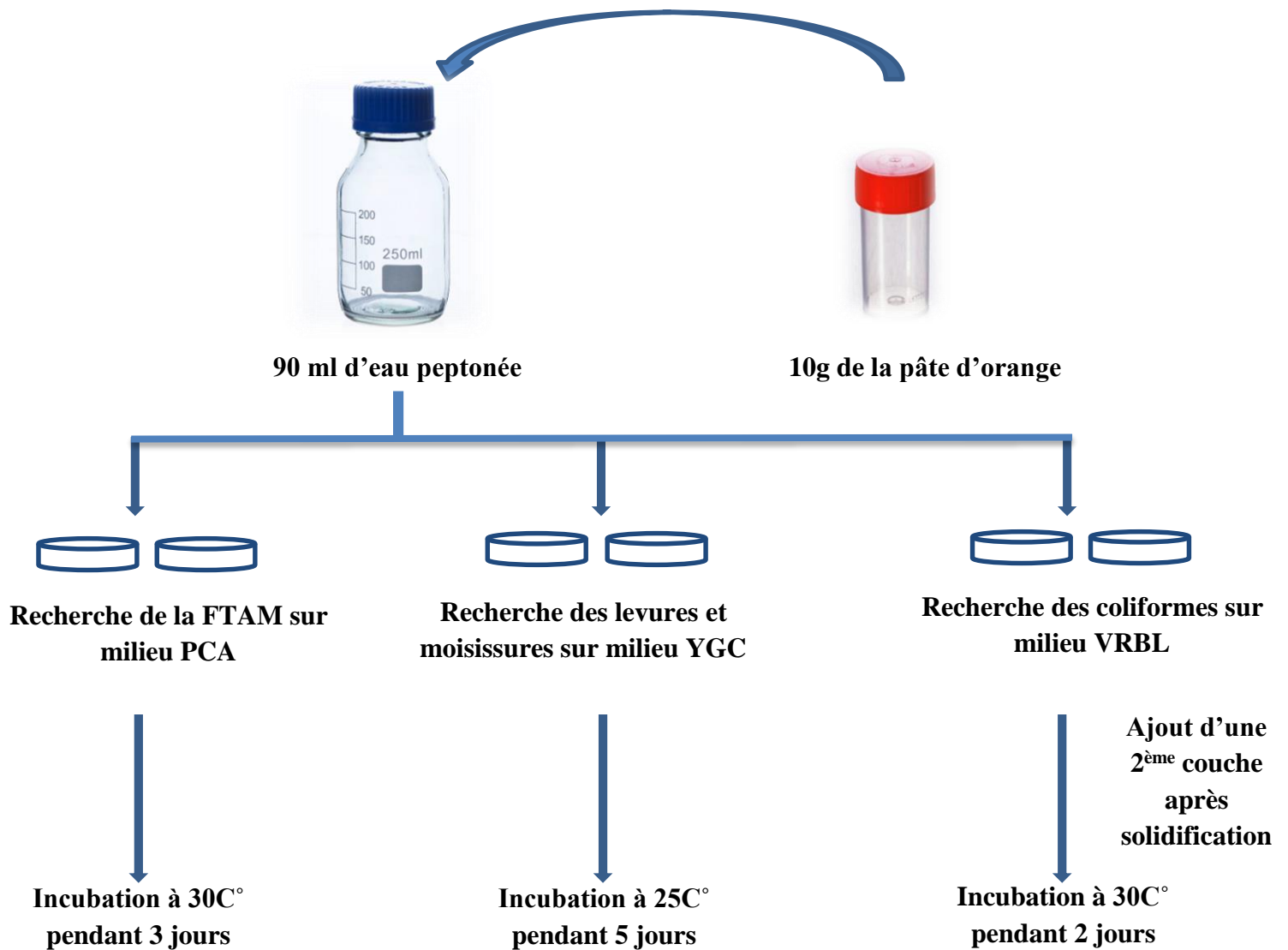
La recherche des levures et moisissures a été réalisées sur le milieu YGC (Yeast Extract Glucose Chloramphenicol), (Annexe III). L'ensemencement se fait en masse, 1 ml par boîte à partir de la solution mère. Elles sont ensuite incubées à 25°C pendant 05 jours. Une autre boîte a été également préparée contenant uniquement le milieu YGC utilisé comme témoin (**ISO 21527-1, 2008**).

➤ **Expression des résultats**

Les colonies des levures sont brillantes rondes et pigmentées, arrondies et régulières vers l'extérieure ou plates et souvent opaques.

Les colonies des moisissures sont épaisses, filamenteuses, pigmentées ou avec un aspect velouté.

Le schéma ci-dessous représente les analyses microbiologiques sans enrichissement effectuées ;



**Figure 12 :** Schéma représentatif des analyses microbiologiques normales effectuées.

## **I.5.2 Analyses microbiologiques avec enrichissement**

Nous avons utilisé le même protocole que l'analyse normal, la différence repose sur la préparation de la solution mère. Dans cette analyse, pour les coliformes et la flore totale elle a été préparée avec la dilution de 10g de l'échantillon dans 90ml de bouillon nutritif puis incubation à 30C° pendant 2j, par contre pour les levures et moisissures été faite par dilution de 25g de l'échantillon dans 225ml de l'extrait de malt puis incubation à 25C° pendant 2j.

L'incubation se fait en bouteilles avant la mise en boite.

### **I.5.2.1 Recherche de la flore totale aérobie mésophile (FTAM)**

Après la récupération de la solution mère diluée dans le bouillon nutritif et incubée à 30C° pendant 2j, on passe à l'ensemencement des boites de pétri avec le milieu PCA (Plat Count Agar) après avoir mis 1ml de cette dernière. L'incubation a été faite à 30C° pendant 3jours.

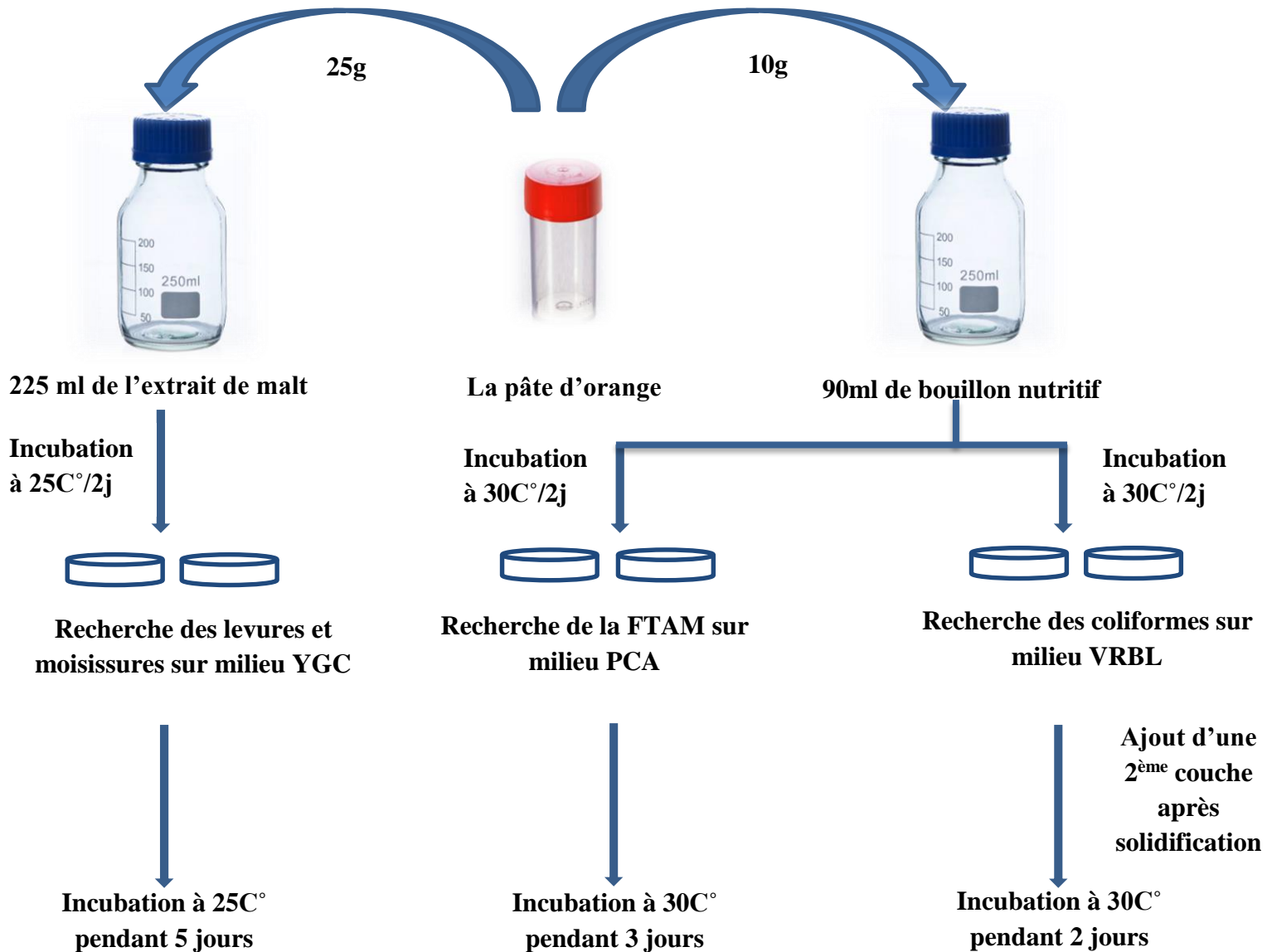
### **I.5.2.2 Recherche des coliformes**

Nous avons mis 1ml de la solution mère déjà diluée dans le bouillon nutritif et incubée à 30C° pendant 2j dans les boites de pétri, ensuite on fait l'ensemencement avec le milieu VRBL (Gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre). L'incubation été faite à 30C° pendant 2 jours.

### **I.5.2.3 Recherche des levures et moisissures**

Après la récupération de la solution mère diluée dans l'extrait de malt et incubée à 25C° pendant 2 jours, on procède à la mise en boite par la mise de 1ml de la solution suivi d'un ensemencement avec le milieu YGC (Yeast Extract Glucose Chloramphenicol). L'incubation se fait à 25C° pendant 5 jours.

Le schéma ci-dessous représente les analyses avec enrichissement effectuées ;



**Figure 13 :** Schéma représentatif des analyses microbiologiques avec enrichissement effectuées.



## **I.6 Evaluation sensorielle**

La norme AFNOR, préconise l'évaluation sensorielle comme une « méthode scientifique utilisée pour évoquer, mesurer, analyser et interpréter les réponses à des produits tels qu'ils sont perçus par les sens de la vue, de l'odorat, du toucher, du goût et de l'audition ». Elle décrit l'ensemble de ses propriétés dites organoleptiques. Cette classification comparative a été réalisée sur un groupe de personnes selon un protocole parfaitement codifié à l'aide d'un panel de personnes (AFNOR BP X10-041, 2004).

Durant cette évaluation, trois échantillons codés A, B, et C selon les quantités de fruit ajoutées indiquées dans le tableau VI, ont été présentés pour chaque dégustateur. Cette évaluation a été effectuée en deux phases : une analyse hédonique et une analyse sensorielle.

**Tableau VI:** Codage des échantillons à déguster.

| Code | Indication                       |
|------|----------------------------------|
| A    | Yaourt brassé avec préparation 1 |
| B    | Yaourt brassé avec préparation 2 |
| C    | Yaourt brassé sucré sans fruit   |

Les descripteurs organoleptique des échantillons de la pâte d'orange sont déterminés selon les critères suivants : couleur, odeur, gout amer, consistance, saveur sucrée et acide, arôme identifié, intensité de l'arôme, texture, quantité de fruit dans le yaourt, et enfin la préférence globale.

### **Déroulement de l'analyse**

- L'analyse hédonique est déroulée au niveau de la salle de dégustation de l'université A. Mira de Bejaia en présence d'un ensemble des personnes de différentes catégories d'âge (le nombre total de dégustateur est de 120 sujets) qui ont répondu à un

questionnaire présenté en exprimant leurs avis concernant l'agréabilité des échantillons codés A, B et C sur une échelle de préférence de 1 à 9 (Annexe V).

- L'analyse sensorielle a été évaluée par un panel expert de 9 dégustateurs, au niveau du laboratoire d'analyse sensorielle à l'université A. Mira de Bejaia qui ont remplis un questionnaire présenté en exprimant leurs avis concernant l'agréabilité des échantillons codés A, B et C sur une échelle de préférence de 1 à 9.

Les deux analyses ont été réalisées en deux jours tout en respectant les conditions d'analyse essentiellement: l'hygiène, l'isolement des juges (cabines de dégustation), le calme, l'anonymat des échantillons.



**Figure 14 :** Photographie de la paillasse de l'évaluation hédonique.

L'analyse statistique a été réalisée par le logiciel XL-STAT (2014) avec l'option MX, qui est un outil complet d'analyse de données et de statistiques.

Les principales fonctionnalités de ce logiciel utilisé pour interpréter les résultats comme suit ;

- Caractérisation du produit ; pouvoir discriminant et pénalités des échantillons ;
- l'analyse en composantes principales (ACP).

*Partie expérimentale*

*Résultats et discussion*

## II. Résultats et discussions

### II.1 Analyses physico-chimiques

#### II.1.1 Détermination de potentiel hydrique

La différence de pH entre les deux essais est due à l'ajout de l'acide citrique avec des proportions différentes. L'essai 1 est moins acide par rapport à l'essai 2, vu que le pourcentage de l'acide citrique ajouté est inférieur de celui additionné à l'essai 2 (Annexe IV).

Les résultats de la détermination du potentiel hydrique sont regroupés dans le tableau VII.

**Tableau VII** : Résultats de l'analyse du pH des pulpes et des essais

| Produit | pulpe d'orange | Essai 1 | Essai 2 |
|---------|----------------|---------|---------|
| Ph      | 3,86           | 4,12    | 3,83    |

Le fait d'avoir obtenus des ph acides, est dû à la matière soluble des agrumes qui est composée essentiellement de sucre et plusieurs types d'acides organiques comme l'acide citrique, l'acide oxalique et autre, la raison pour laquelle les agrumes sont classés comme des fruits acides (Karadeniz, 2004).

#### II.1.2 Détermination du degré de Brix

Les essais 1 et 2 notent des valeurs de Brix les plus élevées de 41.1 et 39.1 respectivement, alors que la pulpe d'orange se distingue par un degré de Brix le plus bas (11.9) (Annexe IV).

Les résultats de la détermination du degré de Brix sont regroupés dans le tableau VIII.

**Tableau VIII** : Résultats de l'analyse du Brix des pulpes et des essais

| Produit | Pulpe d'orange | Essai 1 | Essai 2 |
|---------|----------------|---------|---------|
| Brix    | 11,9           | 41,1    | 39,1    |

La pulpe d'orange analysée enregistre un degré de Brix comparable à ceux rapporté par **Farhat et al. (2016)** avec des degrés compris entre 9,58 et 12,93 %.

Il ressort de ces résultats que l'essai 1 présente un degré de Brix supérieure à celui de l'essai 2, cela s'explique par l'utilisation d'un taux de sucre plus important et une quantité moindre de pulpe de fruit.

### II.1.3 Détermination de la viscosité

La viscosité des deux échantillons est la même (tableau IX), en raison de l'utilisation de même pourcentage de pectine avec un taux d'amidon et d'eau très proche l'un de l'autre ce qui a permis d'avoir la même consistance (Annexe IV).

**Tableau IX** : Résultats de l'analyse de la viscosité des deux essais

| Produit   | Essai 1 | Essai 2 |
|-----------|---------|---------|
| Viscosité | 4       | 4       |

Au sein de l'entreprise la norme de viscosité de la pâte se fixe selon les exigences du client, en revanche dans notre cas nous avons choisi d'avoir une pâte avec une viscosité de  $4 \pm 2$  pour qu'elle se mélange facilement avec le yaourt brassé sans influencer sur sa texture et sa consistance.

## II.2 Analyses microbiologiques

Les résultats obtenus après l'incubation des boites de la pâte d'orange sont présentés dans le tableau X.

**Tableau X** : Résultats des analyses microbiologiques.

| Germes recherchés /<br>pâte d'orange | FTAM (UFC/g) | Levures et<br>moisissures (UFC/g) | Coliformes totaux<br>(UFC/g) |
|--------------------------------------|--------------|-----------------------------------|------------------------------|
| Préparation 1                        | Absence      | Absence                           | Absence                      |
| Préparation 2                        | Absence      | Absence                           | Absence                      |
| Normes<br>(JORA, 2017)               | $< 10^5$     | Absence                           | Absence                      |

Les résultats microbiologiques mentionnés dans le tableau X pour la pâte d'orange montrent une absence totale des coliformes, des levures et moisissures et de la FTAM qui est un résultat conforme aux normes, cela signifie que le traitement thermique appliqué au cours de la préparation de ces pâtes est efficace (Annexe IV).

Selon le journal officiel, on note une absence totale des Coliformes totaux dans les deux échantillons de la pâte d'orange. Il en est de même pour la FTAM et les levures et moisissures étant aussi en dessous de la limite établie par le **JORA (2017)**.

D'après les résultats obtenus on remarque que les deux échantillons de pâte d'orange sont conformes aux normes.

Afin de bien conserver notre pâte d'orange, il est essentiel d'y ajouter un conservateur comme l'acide citrique, qui donne son caractère acidulé et plaisant pour la préparation.

L'acide citrique est connu comme un additif alimentaire, qui peut être utilisé comme agent émulsifiant, antioxydant ou pour ces qualités aromatiques. Il a un effet bactériostatique en acidifiant le milieu et permet d'abaisser le pH à un seuil empêchant la croissance des micro-organismes.



**Figure 15 :** Photographie des boîtes de Pétri issues après incubation.

### III. Analyses sensorielle

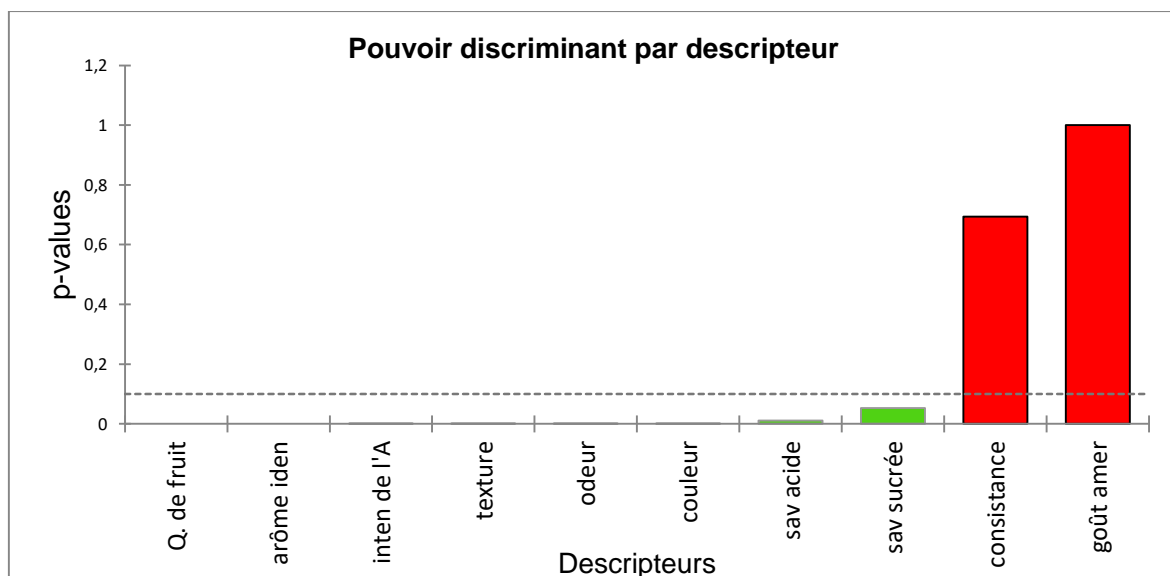
#### III.1 Caractérisation de produit

Ce test est une caractérisation rapide des échantillons en fonction des préférences des juges, ce qui permet d'identifier les descripteurs qui discriminent le mieux les produits analysés et de déterminer les caractéristiques importantes de ces derniers.

##### III.1.1. Pouvoir discriminant par descripteur

Cette épreuve est une présentation de l'enchaînement des caractéristiques du produit sélectionné par les dégustateurs dans un ordre de discrimination décroissant.

La figure 16 représente les résultats du pouvoir discriminant par descripteur.



**Figure 16 :** Pouvoir discriminant par descripteur.

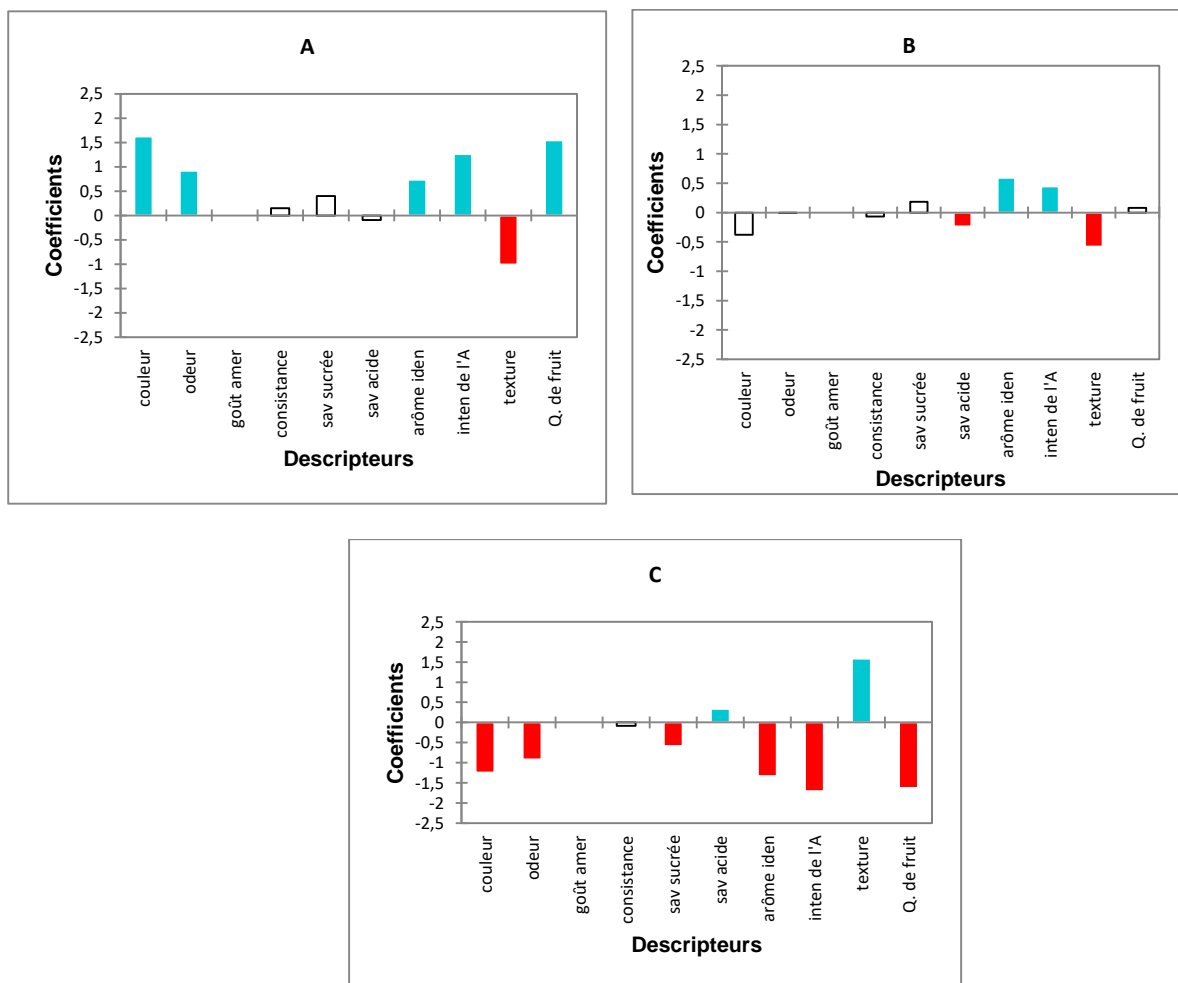
Les résultats de l'analyse, montrent que les descripteurs sont ordonnés du plus discriminant au moins discriminant sur les trois échantillons de yaourt brassé enrichi avec la pâte d'orange préparés.

Les caractéristiques ; saveur sucrée, consistance et goût amer ont un pouvoir discriminant faible donc les experts n'ont pas constaté des divergences de ces caractéristiques pour les trois échantillons dégustés. Alors que les caractéristiques ; saveur acide, couleur, odeur, texture, et intensité de l'arôme ont été légèrement constaté.

Pour la quantité de fruit et l'arôme identifié sont les plus discriminants. Cela prouve que les experts ont constaté des divergences de ces descripteurs pour les trois échantillons incorporé avec différentes concentrations de la pâte d'orange.

**III.1.2 Coefficients des modèles**

Les coefficients des modèles sélectionnés sont affichés pour chaque descripteur et pour chaque produit dans ce test. Les résultats sont illustrés dans la figure 17 :



**Figure 17** : Pénalités des échantillons de la pâte d'orange.

Les graphes permettent de définir l'appréciation ou non appréciation des descripteurs des échantillons des yaourts A, B et C (témoin) par les jurys experts.

Les résultats sont notés comme suit :



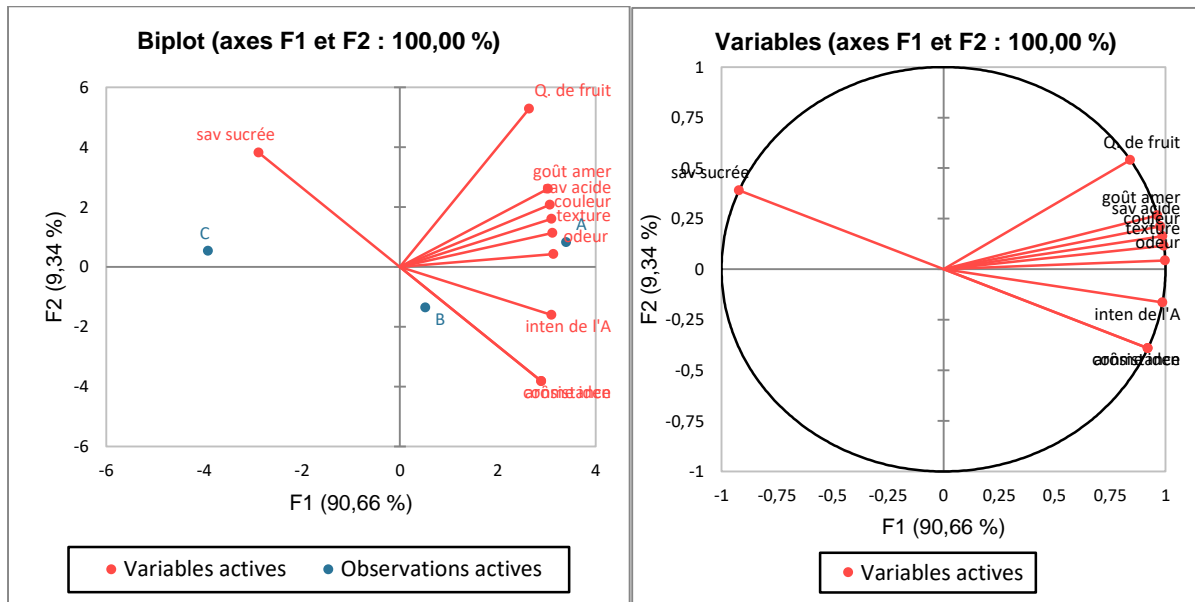
- **Bleu** : les coefficients dont les caractéristiques sont significativement positifs et plus intenses
- **Rouge** : les coefficients dont les caractéristiques sont significativement négatifs et moins intenses
- **Blanc** : les coefficients dont les caractéristiques ne sont pas significatifs et moyennement intenses

Les résultats des graphes montrent que :

- **L'échantillon A** : les caractéristiques : couleur, odeur, arôme identifié, intensité de l'arôme et quantité de fruit sont en bleu donc sont les plus intenses. Cependant que les caractéristiques : goût amer, consistance, saveur sucrée et saveur acide sont en blanc alors ces les moyennement intenses. La texture de yaourt A est en rouge donc c'est la moins intense.
- **L'échantillon B** : Les deux caractéristiques : identification d'arôme et intensité d'arôme sont en bleu alors sont les plus intenses. La couleur, odeur, goût amer, consistance, saveur sucrée, saveur acide et quantité de fruit sont moyennement intenses (en blanc). Saveur acide et la texture sont les moins intenses et significativement négatifs.
- **L'échantillon C** : les caractéristiques : saveur acide et la texture sont en bleu et les plus intenses. Les caractéristiques : consistance et goût amer sont en blanc donc moyennement intenses. Couleur, odeur, saveur sucrée, identification d'arôme, intensité d'arôme et quantité de fruit sont en rouge et donc les moins intenses.

### III.2 Analyse en composante principale (ACP)

La figure 18 illustre une carte qui montre que les experts ont observé une grande divergence entre les descripteurs avec un niveau de variabilité de 100%.



**Figure 18:** Corrélations entre les variables et les facteurs.

On constate que le produit A est caractérisé par son odeur, sa texture, la saveur acide, couleur, goût amer, et la quantité de fruit ajouté, ces derniers présentent une corrélation hautement significative.

Par contre le produit B est caractérisé par son intensité de l'arôme, et sa consistance, et le produit C est caractérisée par sa saveur sucrée.

Selon les analyses statistiques obtenues à partir de l'analyse sensorielle, on a constaté que l'échantillon A est le plus apprécié par les jurys.

## *Conclusion et perspectives*

## *Conclusion et perspectives*

---

Au terme de notre stage réalisé au sein de la SPA AGRANA Fruits, nous avons contribué à un essai de formulation d'une pâte de fruit à base d'orange pour l'incorporer dans un yaourt. L'étude a porté sur la détermination et le choix des ingrédients de la pâte, des analyses physico-chimique (effectuées sur la pulpe d'orange et la pâte d'orange) et microbiologique ainsi qu'une analyse sensorielle (sur le yaourt incorporé de pâte d'orange), cette dernière a été réalisée au niveau du laboratoire d'analyses sensorielles de l'université Abderrahmane MIRA de Bejaia.

Sur la base des ingrédients utilisés ainsi que les proportions de la pulpe d'orange ajoutés pour la formulation de la pâte d'orange, dix préparations ont été élaborées, deux d'entre elles ont été sélectionnés suite à un test gustatif préliminaire.

Le degré de Brix varie entre les deux essais, cette différence est en relation avec le taux de sucre ajouté ainsi qu'à la quantité de pulpe d'orange incorporée.

Ainsi que le potentiel hydrique qui varie aussi entre les deux essais, cela est dû à l'ajout l'acide citrique ainsi qu'à la quantité de pulpe d'orange incorporée.

La détermination de la viscosité, note une similitude entre les deux essais avec une valeur de 4, qui s'explique par l'utilisation de la même quantité de pectine et d'amidon, ce qui a conduit à obtenir une texture assez proche entre les deux essais. Au sein d'AGRANA, la viscosité est élaborée selon les exigences du client. Dans notre étude, nous avons fait en sorte d'avoir cette valeur de la viscosité, dans le but de faciliter l'incorporation de cette pâte d'orange dans le yaourt brassé sans toucher à sa texture et à sa consistance.

Les résultats des analyses microbiologiques notent une absence totale des germes recherchés (FTAM, coliformes totaux, levures et moisissures), ce qui est conforme à la réglementation et aux normes de l'entreprise.

Au terme de notre travail, il serait judicieux de valoriser l'utilisation des oranges dans les industries laitières, grâce à ses attributs physico-chimiques sensorielles et bien évidemment nutritionnelles, suite à cela quelques perspectives sont à envisagées à savoir :

- Réaliser plus d'essais avec moins d'ingrédients ajoutés ;
- Approfondir l'étude sur les caractéristiques physico-chimiques de l'orange ;
- Etudier la composition biochimique de l'orange ;
- Réaliser des analyses physico-chimiques et microbiologiques sur le yaourt incorporé de la pâte d'orange afin de mieux garantir sa qualité.

# *Références Bibliographiques*

## -A-

- AFNOR. (2004). Caractérisation sensorielle des matériaux–Recommandations pratiques pour l'analyse tactile de la matière première au produit fini. Référentiel de Bonnes Pratiques BP X10-041. La Plaine Saint Denis: AFNOR Editions.
- AFNOR. (1986). Jus de fruits et de légumes: spécification et méthodes d'analyse. 2<sup>ème</sup> éd, Tour Europe, Paris, 155 p.

## -B-

- Baches, B. (2011). Agrumes : comment les choisir et les cultiver facilement. Ulmer, Paris.
- B.I.H.A. (2009). Fiche variétale d'agrumes. Maroc, n°14377, P 25.
- Benaiche, J. (2001). Jus d'orange concentré. Extraction et conservation. Procédé technologique de transformation et de conservation. REF : 4243.
- Bernade, C., et Leclercq, C. (2005). Industrie agro- alimentaire, 33, 2.
- Bourgois, C.M. (1991). La microflore aérobique mésophile totale. Dans: Bourgois, C.M. et Leveau J.Y. (Eds), Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires, 2<sup>ème</sup> Edition Technique et documentation Lavoisier, Paris, p484.
- Bourlioux, P., Braesco, V., & Mater, D. D. G. (2011). Yaourts et autres laits fermentés. Cahiers de nutrition et de diététique, 46, p305-314.
- Brat, P., Rega, B., Alter, P., Reynes, M., Brillouet, J.M. (2003). Distribution of volatile compounds in the pulp, cloud, and serum of freshly squeezed orange juice. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51 (11), p3442-3447.
- Brothwell, D., Brothwell, P. (1998). Food in antiquity: a survey of the diet of early peoples.
- Bureau business France, (2017).

## -C-

- Cesar, T.B., Aptekman, N.P., Araujo, M.P., Vinarge, C.C., Maranhão, R.C. (2010). Orange juice decreases low-density lipoprotein cholesterol in hypercholesterolemic subjects and improves lipid transfer to high –density lipoprotein in normal and hypercholesterolemic subjects. *nutries*. 2010 Oct; 30(10): 689-94 doi:10.1016/I. nutries ..09.06
- Charby, J., Hébel, P., & Vaudaine, S. (2017). Les produits laitiers en France : évolution du marché et place dans la diète. Cahiers de nutrition et de diététique, 52, S25-S34.

- Cottin, R. (2002). (coord) Citrus of the world .A citrus Directory .SRA INRA-CIRAD, France.Consulté le 5 Oct 2010.http://users,Kymp.net.

### -D-

- Dari, L., and Yaro, N.S. (2018). Nutritional Composition and Storage of Butternut Squash, Department of Agricultural Mechanization and Irrigation Technology. Faculty of Agriculture, University for Development Studies, Tamale- Ghana.Vol.12, Issue. 1 (2016), pp. 25-31. [www.journal.ghih.org](http://www.journal.ghih.org)

### -E-

- Ercan, B., et Ilhami, G.U. (2011). Polyphénol contents and in vitro antioxidant activities of lyophilised aqueous extract of kiwi fruit (actinidiadeliciosa). Food research international, 44: p1482-1489.
- Ersus, S., et Cam, M. (2007). Determination of organic acids, total phenolic content, and antioxidant capacity of sour Citrus aurantium fruits. Chemistry of Natural Compounds. 43 (5) : p607-609.
- Espirade, E., 2002. Introduction à la transformation industrielle des fruits ed tec a doc.
- Etebu, E., and Nwauzoma, A. B. (2014). A review on sweet orange (Citrus sinensis L Osbeck): health, diseases and management. American Journal of Research Communication, 2(2): p33-70.

### -F-

- FAO. (2001). Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Les besoins en eau des cultures. J, Doorenbos., & Pruitt, W.O (Eds). FAO.
- Farhat, T.,Damaergi,C.,Boukhris ,H .,Hmami,M.,Cherif ,M .,Nasraoui,B .(2016). Etude des caractéristiques pomologiques, physico-chimiques et sensorielles de la maltaise demi-sanguine cultivée dans les nouvelles zones agrumicoles en Tunisie. Agriculture and Biotechnology, 31(13).p1832-1844.
- Farnworth, E.R., Lagacé, M., Couture, R., Yaylayan, V., Stewart, B. (2001). Thermal processing, storage conditions, and the composition and physical properties of orange juice. Food Research International, 34 (1), 25-30.
- Fernandez, N., et Guerra, P. (2011). Solid-state fermentation of red raspberry (Rubus idaeus L.) and Arbutusberry (Arbutus unedo L.) and characterization of their distillates. Food Research International, 44, p1419–1426.

### *-G-*

- Guiraud, J. et Galzy, P. (1980). L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Edition l'usine.p119.
- Guiraud, J.P. (2003). Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris. pp: 136-139.

### *-H-*

- Harats, D., Chevion, S., Nahir, M., Norman, Y., Sagee, O. and Berry, B. (1998). Citrus fruit supplementation reduces lipo-protein oxidation in young men ingesting a diet high insaturated fat: presumptive evidence for an interaction between vitamins C and E in vivo. American Journal of clinical Nutrition, 67, pp: 240-245.
- Hasegawa, Y., Bolling, W. B. (2023). Yogurt consumption for improving immune health. Current Opinion in Food Science. p1-7.
- Heinonen, M.I., Ollilainn, V., Linkola, E.K., Varo, P.T., Koivistoinen, P.E. (1989). Carotenoids in Finnish foods: Vegetables, fruits and berries. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 37: p 655-659.

### *-I-*

- ISO, N. (2013). 21527-1 (2008). Microbiologie des aliments, Méthode horizontale pour le dénombrement des levures et moisissures, Partie, 1.

### *-J-*

- Januário, J.G.B., Da Silva, I.C.F., De Oliveira, A.S., De Oliveira, J.F., Dionísio, J.N., Klososki, S.J., & Pimentel, T.C. (2017). Probiotic yoghurt flavored with organic beet with carrot, cassava, sweet potato or corn juice: Physicochemical and texture evaluation, probiotic viability and acceptance. International Food Research Journal, 24(1).
- Journal officiel de la république algérienne. (2017). Arrêté interministériel du 2 Moharram 1438 correspondant au 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires.

### *-K-*



- Kim, Y., Kim, J.W., Cheon, S., Nam, M.S; Kim, K.K. (2019). Alpha-caséine et bêta lactoglobuline du lait de vache présentent une activité antioxydante : un lien plausible avec les effets anti-âge. *J. Food Science*, 84, p3083–3090.
- Kurowska, E.M. (2000): HDL-cholesterol raising effect of orange juice in subjects with hypercholesterolemia, 72(5), p1095-100.

**-L-**

- Lecefer, J.M. (2020). Produits laitiers et risque cardio-métabolique. *Médecine des maladies métaboliques*, 14(8), p685-691.
- Liu, Y., Heying, E., et Tanumihardjo, S.A. (2012). History, global distribution, and nutritional importance of citrus fruits. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11(6), p530-545.
- Li-ying, N., Ji-hong, W., Xiano-jun, L., Fang, C., Zheng-Fu, W., Guang-Hua, Z., et Xiaosang, H. (2008). Physicochemical characteristics of orange juice samples from seven cultivars. *Agriculture science in China*, (7), p41-47.

**-M-**

- Mouly, P.P., Gaydou, E.M., Lapierre, L., Corsetti, J. (1999). Differentiation of several geographical origins in single-strength valencia orange juices using quantitative comparison of carotenoid profiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (10), p4038-4045.

**-N-**

- Norme ISO 4832. (2006). Microbiologie des aliments - Méthodes horizontales pour le dénombrement des coliformes - méthode par comptage des colonies.

**-O-**

- Ollitrault, P., Dambier, D., Froelicher, Y., Luro, F., et Cottin, R. (2000). La diversité des agrumes : structuration et exploitation par hybridation somatique. *Compte rendu d'Académie d'Agriculture de France*. 86 (8), p197-221.

**-P-**

- Pandharipande, S., & Makode, H. (2012). Separation of oil and pectin from orange peel and study of effect of pH of extracting medium on the yield of pectin. *J. Eng. Res. Stud*, 3(2), p6-9.

- 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), p627-632, 651.
- Peterson, J.J., Dwyer, J.T., Beecher, G.R., Bhagwet, S.A., Gebhardt, S.E., Haytowitz, D.B., et Holden, J.M. (2006). Flavanones in orange, tangerines (mandarine), tangors, and tangelos: a compilation and review of the data from the analytical literature. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, S66-S73.
- Polèse Jean-Marie. (2008). *La culture des agrumes*. Artémis éd. Paris.

### -R-

- Ramful, D., Bahorunb, T., Bourdonc, E., Tarnusc, E., Aruoma, O. I. (2010). Bioactive phenolics and antioxidant propensity of flavedo extracts of Mauritian citrus fruits. Potential prophylactic ingredients for functional foods application. *Toxicology*, 278 (1), p75-87.
- Ramful, D., Tarnus, E., Aruoma, O. I., Bourdon, E., Bahorun, T. (2011). Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps; *Food Research International*; 44, p2088-2099.

### -S-

- Syndifrais., Birlouez, E. (2017). Le yaourt: un produit traditionnel en plein renouveau. *Produit Laitiers Frais*, p1-5.
- Syndifrais, M. S. D. (1997). Yaourts, laits fermentés. *Lait*, 77, p321-358.
- Syndifrais, M.S.D. (2019). De la production à la conservation: les bénéfices du lait exploités dès le Néolithique. *Nutrition et Produits Laitiers Frais*, 4, p1-4.

### -V-

- Valnet, J. (2001). *La santé par les fruits, légumes et les céréales*. Ed vigot .Pp:207-281.
- Vignola, C.I. (2002). *Science et technologie du lait : transformation du lait*. Ed Lavoisier, Paris, Pp600.

### -W-

- Whitney, E.N., Cataldo, C.B., Rolfes, S.R. (2002). *Understanding normal and clinical nutrition*, 6 Th Edition, Etats-Unis.

# *ANNEXES*

### **Annexe I: présentation de l'entreprise d'accueil**

#### **Historique de l'organisme d'accueil**

En 1987 : Frulact est née dans le nord de Portugal à Maia.

En 1998 : la croissance, Frulact s'étend à Covilha à Ferro avec une Nouvelle usine.

En 2000 : expansion, Frulact continue son développement et arrive en Tunisie.

En 2008 : Frulact évolue en Elafruit Algérie.

En 2018 : installation de AGRANA FRUIT par les autrichiens en 12 Juillet.

#### **La transaction de la SPA Frulact à Elafruit puis en AGRANA**

C'est le président de conseil d'administration de l'entreprise, BOUSSADE BATOUCHE qui l'a annoncé dans un communiqué rendu public.

Son groupe a recherché des actions détenues par son partenaire Portugais et Frulact Algérie s'appellera désormais Elafruit.

Puis en 12 juillet 2018 la SPA Elafruit s'est évoluée en AGRANA Algérie par les autrichiens.



### Situation géographique

AGRANA fruit est une société autrichienne anciennement Elafruit qui est une société algérienne, son siège social se situe à la zone industrielle Taharacht, Akbou, la wilaya de Bejaia. Se situe à 2 Km d'une grande agglomération et à quelque dizaine de mètres de la voie ferrée. A 60 Km de Bejaia, et à 170 Km à l'ouest de la capitale Alger. Elle se trouve à côté de Soummam, Ramdy et Danone ...etc.



### Services d'AGRANA Fruit

AGRANA Fruit transforme plusieurs types de fruits en produit de haute qualité afin de satisfaire la majorité de ses clients, parmi ces solutions fruités ceux qui sont destinés aux industries des produits laitiers comme DANONE et SOUMMAM généralement des purées de fruit spéciales pour les yaourts, d'autres sont destinés aux industries des crèmes glacées, celles qui sont utilisées pour la pâtisserie comme ; les barquettes de PATPRO, les fourrages, et des solutions pour le secteur de la restauration : la gamme de produits pour la restauration hors foyer comprend des préparations aux fruits, des préparations aux saveurs chaudes et autre .

Organigramme général

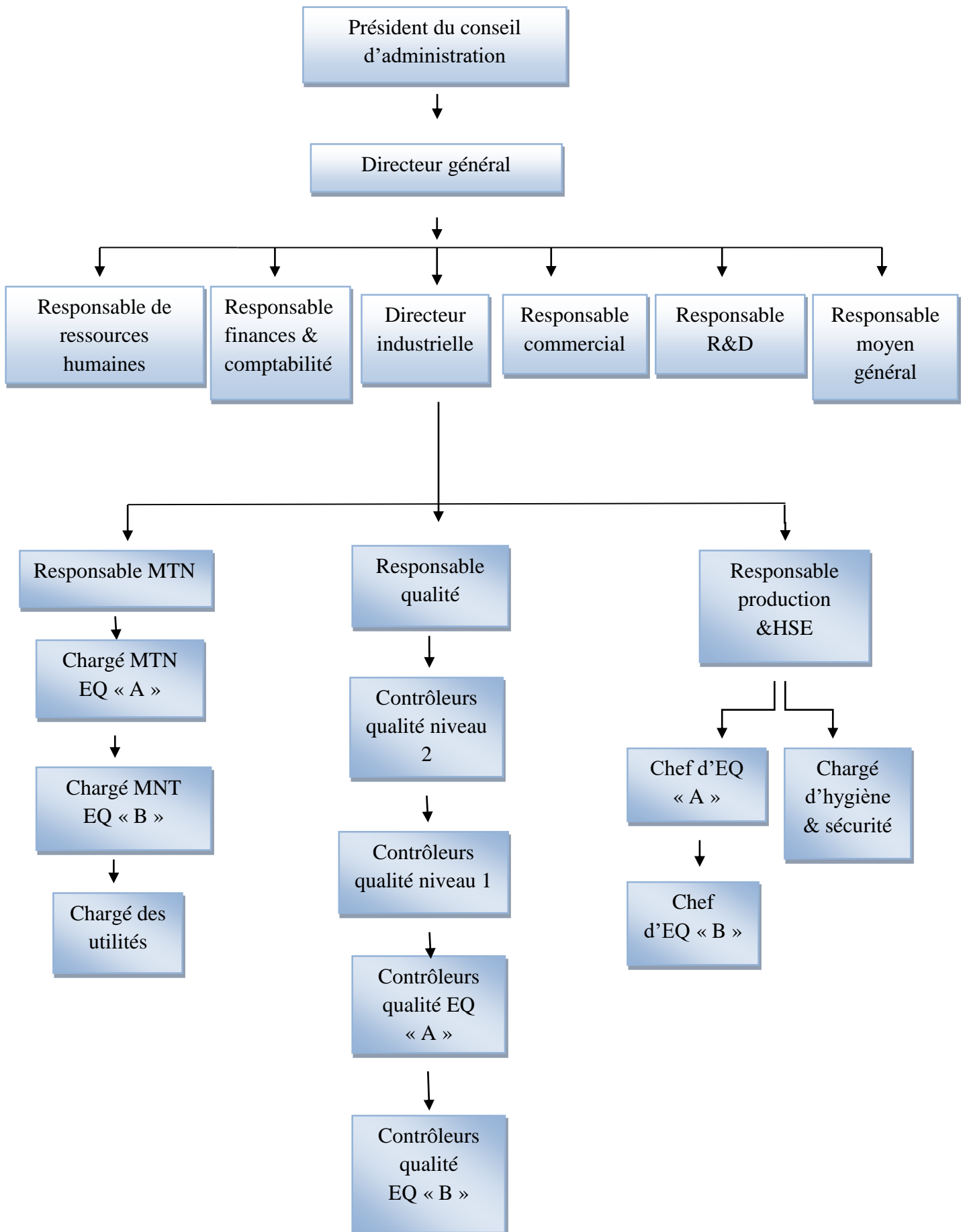
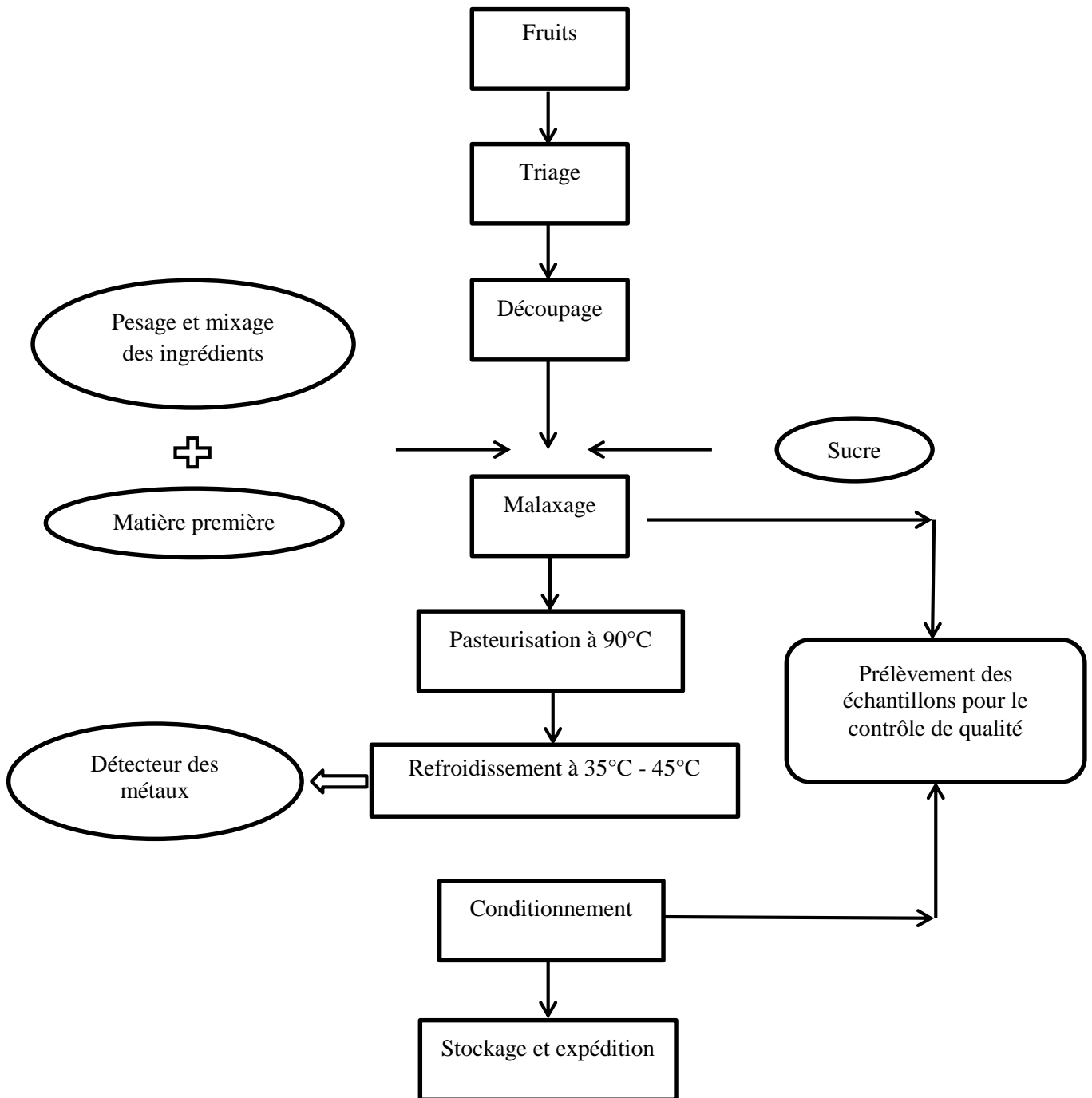
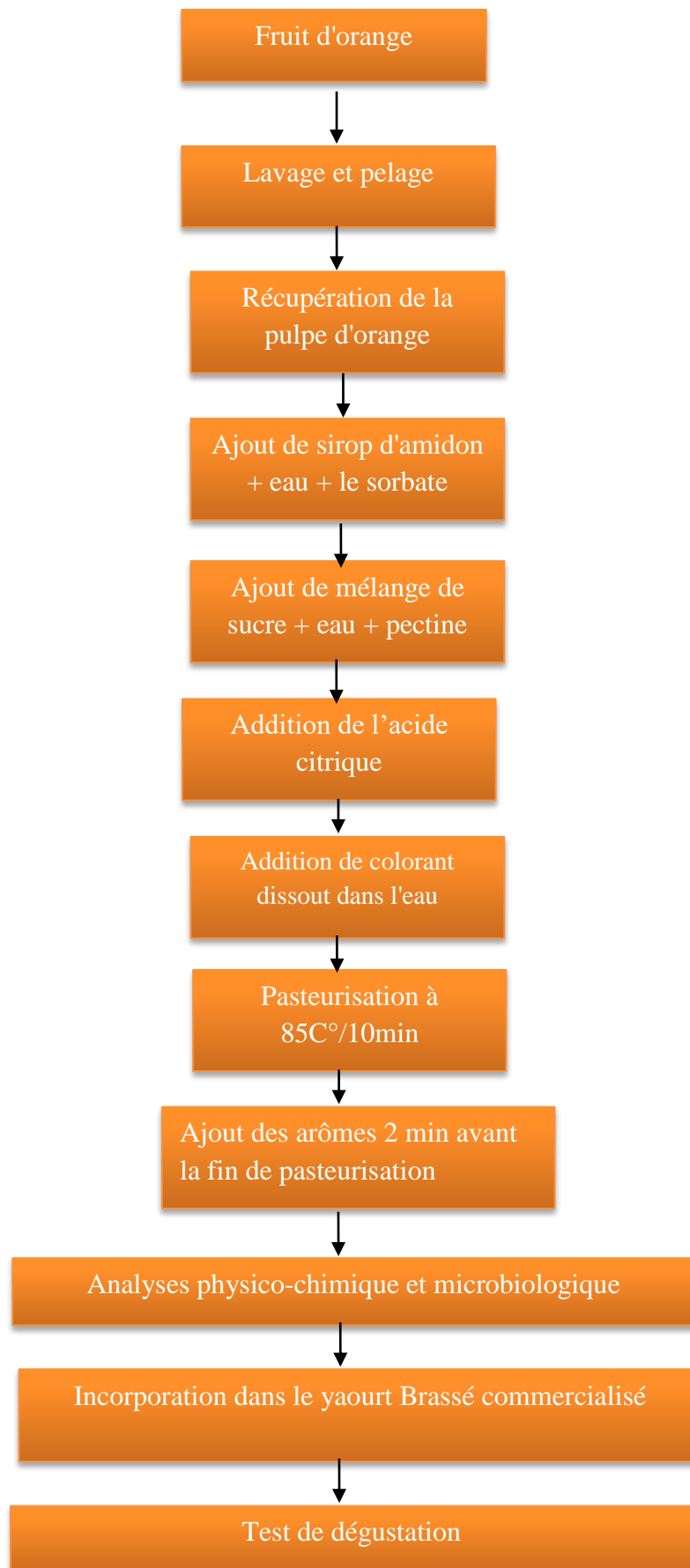


Schéma de processus de fabrication au sein d'AGRANA Fruit



ANNEXES II: Diagramme de fabrication du la pâte d'orange.





### **Annexe III: Composition des milieux de culture**

#### **Gélose PCA**

- Hydrolysate enzymatique de la caséine .....5,0 g/L
  - Extrait de levure.....2,5 g/L
  - Glucose.....1,0 g/L
  - Agar.....15 g/l
- pH du milieu à 25°C : 7,0 ± 0,2

#### **Gélose VRBL**

- Extrait de viande.....7,000 g/L
- Extrait de levure.....3,000 g/L
- Lactose.....10,000 g/L
- Chlorure de sodium.....5,000 g/L
- Sels biliaires.....1,500 g/L
- Rouge neutre.....0,030 g/L
- Cristal violet.....0,002 g/L
- Agar.....15,000 g/l

#### **Gélose YGC**

- Extrait de levure..... 5.0 g/L
- Glucose.....20.0 g/L
- Chloramphénicol.....0.1 g/L
- Agar agar.....15.0 g/L

## **Annexes**

---

**Annexe IV** : Tableau récapitulatif des analyses physico-chimiques, microbiologiques

| <b>produit</b>                              | <b>Pulpe d'orange</b> | <b>Essai 1</b> | <b>Essai 2</b> |
|---------------------------------------------|-----------------------|----------------|----------------|
| <b>pH</b>                                   | 3,86                  | 4,12           | 3,83           |
| <b>Brix</b>                                 | 11,9                  | 41,1           | 39,1           |
| <b>Viscosité</b>                            |                       | 4              | 4              |
| <b>Recherches des Coliformes</b>            |                       | Absence        | Absence        |
| <b>Recherche de la FTAM</b>                 |                       | Absence        | Absence        |
| <b>Recherche des levures et moisissures</b> |                       | Absence        | Absence        |

## Annexes

---

### Annexe V: Questionnaire de l'analyse sensorielle

#### Questionnaire d'analyse sensorielle de trois échantillons d'un yaourt brassé au fruit

Date : ... /.../....

Age : ...

sexe : homme/femme

Dans le cadre d'une analyse sensorielle d'un yaourt brassé au fruit, 3 échantillons codés A, B, C vous sont présentés. Il vous est demandé d'évaluer différentes caractéristiques et attribuer une appréciation selon des codes donnés de 1 à 5.

#### 1. La couleur du yaourt :

1 : Blanche    2 : orange    3 : jaune    4 : rouge-orangé    5 : orange foncé

| Echantillon A | Echantillon B | Echantillon C |
|---------------|---------------|---------------|
|               |               |               |

#### 2. Odeur :

1 : Très faible    2 : Faible    3 : Moyenne    4 : Forte    5 : Très forte

| Echantillon A | Echantillon B | Echantillon C |
|---------------|---------------|---------------|
|               |               |               |

#### 3. Goût amer :

1 : Absent    2 : Faible    3 : Moyen    4 : Intense    5 : Très intense

| Echantillon A | Echantillon B | Echantillon C |
|---------------|---------------|---------------|
|               |               |               |

#### 4. Consistance :

## **Annexes**

---

1 : Pas brassé. 2 : Faiblement brassé. 3 : Moyennement brassé. 4 : brassé. 5 : Très brassé.

| <b>Echantillon A</b> | <b>Echantillon B</b> | <b>Echantillon C</b> |
|----------------------|----------------------|----------------------|
|                      |                      |                      |

### **5. Sensation en bouche :**

#### **A. Saveur**

##### **Saveur sucrée :**

1 : Absent 2 : Faible 3 : Moyen 4 : Fort 5 : Très fort

| <b>Echantillon A</b> | <b>Echantillon B</b> | <b>Echantillon C</b> |
|----------------------|----------------------|----------------------|
|                      |                      |                      |

##### **Saveur acide :**

1 : Absent 2 : Faible 3 : Moyenne 4 : fort 5 : Très fort

| <b>Echantillon A</b> | <b>Echantillon B</b> | <b>Echantillon C</b> |
|----------------------|----------------------|----------------------|
|                      |                      |                      |

##### **Arôme identifié**

1. Absent 2. Ananas 3. Orange 4. Citron 5. Non identifié

| <b>Echantillon A</b> | <b>Echantillon B</b> | <b>Echantillon C</b> |
|----------------------|----------------------|----------------------|
|                      |                      |                      |

## Annexes

---

### B. Intensité de l'arôme :

1 : Absent    2 : Faible    3 : Moyen    4 : Fort    5 : Très fort

| Echantillon A | Echantillon B | Echantillon C |
|---------------|---------------|---------------|
|               |               |               |

### C. Texture

1 : Très granuleuse    2 : Granuleuse    3 : Moyenne    4 : Lisse    5 : Très lisse

| Echantillon A | Echantillon B | Echantillon C |
|---------------|---------------|---------------|
|               |               |               |

### 6. La quantité du fruit dans le yaourt :

1 : absente    2 : faible    3 : moyenne    4 : forte    5 : très forte

| Echantillon A | Echantillon B | Echantillon C |
|---------------|---------------|---------------|
|               |               |               |

Classez selon l'ordre de préférence les échantillons (A, B, C) en leur attribuant une note de 1 à 9 sachant que 1 correspond au moins préféré et 9 au plus préféré comme présenté dans l'échelle ci-dessous :

1 : Extrêmement désagréable    2 : Très désagréable    3 : Assez désagréable    4 : Désagréable  
5 : Ni agréable ni désagréable    6 : Assez agréable    7 : Agréable    8 : Très agréables  
9 : Extrêmement agréable

## **Annexes**

---

| <b>Echantillon A</b> | <b>Echantillon B</b> | <b>Echantillon C</b> |
|----------------------|----------------------|----------------------|
|                      |                      |                      |

La quantité du fruit dans le yaourt :

1 : absente      2 : faible      3 : moyenne      4 : forte      5 : très forte

| <b>Echantillon A</b> | <b>Echantillon B</b> | <b>Echantillon C</b> |
|----------------------|----------------------|----------------------|
|                      |                      |                      |

6. Entourez les caractéristiques qui ont motivé votre préférence ?

1 : La couleur      2 : L'odeur      3 : La texture      4 : Le goût      5 : La consistance

Autres.....

**Merci pour votre participation.**

## **Résumé**

Ce travail a été réalisé au sein de laboratoire de l'industrie AGRANA Fruit service qualité, dont le but est la contribution à l'élaboration d'une pâte à base d'orange pour l'incorporer dans un yaourt suivi par des analyses physicochimiques, microbiologique et sensorielle pour s'assurer de sa qualité.

Les résultats des analyses physico-chimiques ont montré une différence de pH entre les deux échantillons de la pâte d'orange préparé en raison de l'utilisation d'une quantité différente en acide citrique, ainsi qu'une différence du taux de Brix qui est en relation avec la quantité de fruit et de sucre ajouté, la viscosité est la même pour les deux essais en raison de l'utilisation de quantités très proche en amidon et en pectine. Les résultats des analyses microbiologiques sont conformes aux normes fixées par l'industrie pour chaque type de micro-organismes. L'analyse sensorielle a montré que les caractéristiques testées varient selon leur intensité entre les trois échantillons A, B et C.

**Mot clé :** oranges, pâte d'orange, yaourt, analyse physicochimiques, analyse microbiologiques, analyse sensorielle.

## **Abstract:**

This work was carried out in the laboratory of the AGRANA Fruit industry's quality department, with the aim of contributing to the development of an orange-based paste for incorporation into yoghurt, followed by physicochemical, microbiological and sensory analysis to ensure its quality.

The results of the physico-chemical analyses showed a difference in pH between the two samples of orange paste prepared, due to the use of a different quantity of citric acid, as well as a difference in Brix level, which is related to the quantity of fruit and sugar added. Viscosity was the same for both tests, due to the use of very similar quantities of starch and pectin. Microbiological analysis results were in line with industry standards for each type of micro-organism. Sensory analysis showed that the characteristics tested varied in intensity between the three samples A, B and C.

**Key words:** oranges, orange paste, yogurt, physicochemical analysis, microbiological analysis. Sensory analysis