



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGRO/2021

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

Présenté par :

BENALI Samira et FERAHTIA Hadda

Thème

Essai d'enrichissement des pâtes alimentaires par l'ajout d'un jus de carotte et d'un jus d'écorce d'orange.

Soutenu le : 15/07/2021

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>Mr MALIOU.Dj</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Président</i>
<i>Mme FERHOUM.F</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>
<i>Mme AMMOUCHE.Z</i>	<i>MAB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examinatrice</i>

Année Universitaire : 2020/2021

REMERCIEMENTS

Avant tout, nous remercions Dieu le Tout Puissant de nous avoir donné la force, le courage, la volonté, l'amour du savoir et surtout la patience pour pouvoir réaliser ce modeste travail.

Nous adressons nos remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui nous ont permis d'évoluer dans la réflexion et l'élaboration de ce travail.

Mme FERHOUM F. pour avoir accepté de nous encadrer ainsi que pour ses conseils, sa disponibilité, son suivi et sa gentillesse.

Mr MALIOU Dj. pour l'honneur qu'il nous a fait de présider le jury et d'évaluer ce travail

Et Mme AMMOUCHE Z. pour avoir accepté d'examiner ce travail. Sans oublier de remercier l'ensemble du personnel du laboratoire 10 de l'université Akli Mohamed Oulhadj de Bouira pour leur entière disponibilité, coopération ainsi pour l'ambiance et les bonnes conditions, précisément Mme KASSOUAR S., Mme SAADA I. et Mme DJOUAHRA M.

Nos remerciements s'adressent à tous les enseignants du département de SNV pour leurs aides et encouragements au cours de nos études.

Nos remerciements vont à tous ceux qui ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Enfin, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à nos familles qui nous ont toujours soutenues et à tout ce qui participe de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci 

Dédicaces

*Avec ma profonde gratitude et grand amour ; je dédie ce modeste travail en premier lieu à mon père **Ali** pour tout ce qu'il a fait pour moi durant toutes mes années d'études ; pour ses encouragements et ses orientations.*

*A ma très chère mère **Malika** pour son sacrifice, sa compréhension et sa patience.*

« Je ne vous remercierai jamais assez et je suis très fière de vous avoir pour parents »

*A mes adorables frères : **Youcef**, **Hamza** et sœurs : **Souhila** et son mari **Kamel** et ses enfants : **Rayan**, **Adem**, **Djihad** et la petite **Ania**.*

***Nadia** et ses enfants : **Rassim** et la belle **Tasnim**, **Samiha** et son mari **Fouzi** et son enfant **Djad Ali**, **Karima** et son mari **Abd el hak** et ses enfants : **Djoud** et **Kaci**, **Maroua**, et la petite **Hanane**.*

*A la mémoire de ma très chère tante **Farida**, que je garde dans mon cœur, rabi yerhameha.*

*A mon fiancé **Nassim** et sa famille, ainsi qu'à la mémoire de son père **Mehenni Mohd** rabi yerahmo.*

*A mes amies **kettar souraya** et **chowiref fairouz**.*

*A mon binôme **Hadda** ma chère copine et sœur et toute sa famille.*

A tous mes amis (e) sans exception et toute la promotion master 2 agroalimentaire et contrôle de qualité et 2020/ 2021.

Samira

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à: A la personne qui m'a mis au monde ; tu as assez donné pour nous ma très chère mère (SAADIA), ta fille est très fière de toi car c'est grâce à toi que j'ai pu vivre ces agréables moments qu'Allah t'accordera une longue vie.

Mon père (BOUDJAMAA), source de respect, en témoignage de ma profonde reconnaissance pour tout l'effort et le soutien incessant qui m'a toujours apporté.

A mon amour (IBRAHIM) qui m'a tout appris, pour toutes les peines et les sacrifices qu'il s'est donné pour me voir réussir.

Mes Chers frères NACER, RACHID, ALI et ABD NOUR

*Mes chères sœurs SALIHA et KHADIDJA et leurs maris et ma tante CHERIFA qui n'es plus là
Toute la famille FERAHIA*

A ma belle-famille HAMADI

Ma binôme ma chère copine et sœur SAMIRA

En fin, je remercie tous ceux qui m'ont aidé, de loin ou de près à réaliser ce travail.

HADDA

Résumé

Notre étude a pour objectif d'améliorer la qualité des pâtes alimentaires en substituant l'eau ajoutée par un jus de carotte et jus d'écorce d'orange qui sont riches en composés bioactifs, pour obtenir des pâtes enrichies.

Nos jus incorporés contiennent une teneur appréciable en polyphénols 60.32 mg EAG/g MS, 49.58 mg EAG/g MS, en flavonoïdes 24.33 mg EAG/g MS et 17.30 mg EAG/g MS, une teneur en caroténoïdes 49.94µg/g, 38.03µg/g et activité antioxydante de 63.91%, 59.96%, successivement pour le jus d'écorce et le jus de carotte.

Les pâtes alimentaires enrichies présentent une qualité culinaire comparable à la pâte témoin, avec l'amélioration des teneurs en composés bioactifs à savoir les polyphénols : 32.8 mg EAG/g MS, 27.6 mg EAG/g MS et flavonoïdes avec une valeur de 16.71 mg EQ/g MS, 9.54 mg EQ/g MS ainsi que les caroténoïdes 35.96 µg/g, 20.46 µg/g et une activité antioxydante de 47.25%, 45.72% respectivement pour la pâte avec jus d'écorces d'orange et jus de carotte.

D'après les analyses sensorielles, tous les échantillons présentent un aspect lisse à moyen (avant et après cuisson), et une coloration acceptable pour la pâte témoin a très appréciée pour les pâtes avec le jus d'écorce d'orange et le jus de carotte, avec un taux d'acceptabilité élevé qui est de 60% à 75% pour les pâtes enrichies.

Mots clés

Pâtes enrichies, écorces d'oranges, jus de carotte, Polyphénols, caroténoïdes.

Abstract

Our study aims to improve the quality of pasta by substituting the water added by a carrot juice and orange peel juice which are rich in bioactive compounds, to obtain enriched pasta. Our incorporated juices contain an appreciable polyphenols 60.32 mg EAG / g ms, 49.58 mg EAG / g ms, in flavonoids 24.33 mg EAG / g ms and 17.30 mg EAG / g ms, a carotenoid content 49.94µg / g, 38.03 µg / g and antioxidant activity of 63.91%, 59.96%, successively for peel juice and carrot juice.

The enriched pasta presents a culinary quality comparable to the control dough, with the improvement of bioactive compound contents namely polyphenols: 32.8 mg EAG / g ms, 27.6 mg EAG / g ms and flavonoids with a value of 16.71 mg Eq / g ms, 9.54 mg eq / g ms as well as carotenoids 35.96 µg / g, 20.46 µg / g and an antioxidant activity of 47.25%, 45.72% respectively for the pasta with orange peel juice and carrot juice.

According to sensory analyzes, all samples show a smooth to medium appearance (before and after cooking), and an acceptable coloring for the control paste has highly appreciated for pasta with orange peel juice and carrot juice, with a high acceptability rate that is 60% to 75% for enriched pasta.

Keywords: Enriched pasta, orange peel, carrot juice, polyphenols, carotenoids.

الملخص

تهدف دراستنا إلى تحسين جودة العجائن من خلال استبدال المياه المستعملة بعصير الجزر وعصير قشور البرتقال والتي تعتبر جد غنية من حيث العناصر النشطة للحصول على عجائن محسنة. تحتوي عصائرننا المدمجة على كمية معتبرة من متعدد البوليفينول 60.32 مغ /غ م ج, 49.58 مغ/غ م ج, فلافونويد 24.33 مغ/غ م ج, 17.30 مغ/غ م ج, كاروتينويد 49.94 ميكروغرام /غ, 38.03 ميكروغرام /غ والنشاط المضاد للأكسدة 63.91%, 59.96 % على التوالي بالنسبة لعصير قشور البرتقال و عصير الجزر. تعتبر المعكرونة المتحصل عليها ذات جودة مكافئة للشاهد, مع تحسين محتويات النشطة كمتعدد البوليفينول 32.8 مغ /غ م ج, 27.6 مغ/غ م ج, فلافونويد 16.71 مغ/غ م ج, 9.54 مغ/غ م ج, كاروتينويد 35.96 ميكروغرام /غ, 20.46 ميكروغرام /غ والنشاط المضاد للأكسدة 47.25%, 45.72 % على التوالي بالنسبة للمعكرونة بعصير قشرة البرتقال و عصير الجزر. ووفقا للتحليلات الحسية , فان جميع العينات لها مظهر سلس الى متوسط (قبل وبعد الطهي) مع لون مقبول بالنسبة للشاهد الى جد مستحسن بالنسبة للمعكرونة المحضرة بعصير قشور البرتقال و عصير الجزر مع نسبة قبول مرتفعة 60% الى 75%.

الكلمات الدالة:

عجائن محسنة, قشور البرتقال , عصير الجزر , متعدد البوليفينول, كاروتينويد.

Table des matières

RESUMES

LISTE DES ABRÉVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

Introduction1

Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : pâtes alimentaires

I. blé dur..... 3

II. Appréciation de la qualité des blés durs 5

II.1 Valeur semoulière 5

II.2.Valeur pastière..... 7

III. Pâtes alimentaires..... 8

III.1 fabrication des pâtes alimentaires 8

Chapitre 2: Carotte

I. Carotte..... 11

II. Variétés de carotte..... 12

III. Composition de la carotte 13

IV. Production mondiale de carotte 15

V. Production national de carotte..... 15

VI. Caractéristiques physique et organoleptiques 15

VII. Autres caractéristiques essentielles..... 16

VIII. Bienfaits de jus de carotte..... 16

Chapitre 3: Orange

I. Orange..... 26

II. Les variétés de l'orange 27

III. Composition biochimique de l'orange..... 29

IV. Composition de l'écorce d'orange 30

V. Production mondiale d'orange.....	32
VI. Production nationale d'orange.....	33
VII. Intérêts nutritionnels et thérapeutiques.....	33

Partie Pratique

Materiel et Méthodes

I. Matières premières.....	35
II. Fabrication des pâtes alimentaires	35
1. Préparation de mélange.....	35
III. Diagramme de structuration des pâtes alimentaires	36
IV. Analyses physico-chimiques des ingrédients de fabrication et les pâtes	38
IV.1 Analyses chimiques	38
IV.2 Analyses physiques	44
IV.3 Analyses technologiques	46
V. Appréciation sensorielle des pâtes	47

Résultats et Discussion

I. Détermination de la composition en éléments bioactifs.....	49
I.1 Dosage des polyphénols par la méthode de Folin ciocalteu.....	49
I.2 Détermination de la teneur en flavonoïdes	51
I.3 Caroténoïdes.....	52
I.4 Activité antioxydante	54
II. Caractéristiques chimiques des pâtes alimentaires.....	56
II.1 Teneur en eau	57
II.2 Teneur en cendres	57
II.3 Détermination de pH	58
II.4 Acidité titrable.....	58
II.5 teneur en lipides	59
III. Analyses physiques.....	59
III.1 Gerçures	59
III.2 Piqûres.....	60
III.3 Texture des pâtes cuites et état de surface	60

III.4 Fermeté.....	61
IV. Analyses technologiques	63
V. Analyses sensorielle.....	65
Conclusion	69
Références bibliographiques	

Liste des abréviations

a : indice de jaune

A%: acidité titrable.

AACC : approved methods of american association

AAR: Activité Anti Radicalaire.

b : indice de rouge.

C : chroma.

Cd : teneur en cendre

CIE : International Commission Illuminant.

DPPH : 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazile

EAG: équivalent d'acide gallique.

Enap: Entreprise Nationale Algérienne des Peintures.

EQ: équivalent quercétine.

G : gonflement

H* : intensité de la teinte

INRA : institut national de la recherche agronomique.

L* : clarté

Mg: matière grasse

Mo: matière organique

Ms: Matière sèche.

P: Prise d'essai.

Pc: perte de caisson.

PPT : Polyphénols Totaux

Prd : Production.

Rdt : Rendement.

Sd : écart type.

Tableau 1 : Composition biochimique et valeur nutritive du blé dur	4
Tableau 2: Composition moyenne pour 100 g de semoule..	7
Tableau 3 : Composition pour 100 g de pâtes sans œuf (semoule)..	8
Tableau 4: Composition et valeurs moyennes pour la carotte.	14
Tableau 5: Récapitulatif des superficies, des productions, des rendements et les taux d'accroissement national de l'année 2014/2015.	15
Tableau 6: Composition et valeurs moyennes pour 100 g d'orange douce.	30
Tableau 7: Analyse d'écorces d'oranges fraîches de plusieurs sortes d'orange.	32
Tableau 8 : Pourcentage de piégeage du radical DPPH.	54
Tableau 9: Résultats des analyses des pâtes	56
Tableau 10: Résultats de l'indice de couleur des différents échantillons	62
Tableau 11: Test de cuisson.	63

Figure 1 : Localisation des différents composés bénéfiques dans le grain de céréales.....	5
Figure 2: Grain, plante et racine de la carotte (<i>Daucus carota</i>),.....	11
Figure 3: Différentes variétés de carottes	13
Figure 4: Coupe transversale d'une orange	27
Figure 5: Différentes variétés de l'orange.....	28
Figure 6: Diagramme de structuration des pâtes	37
Figure 7 : Le produit fini (1 : pâte témoin, 2 : pâte écorce d'orange, 3 : pâte carotte)	37
Figure 8 : Diagramme de dosage des polyphénols.....	39
Figure 9. Organigramme représentant le dosage des flavonoïdes dans l'extrait de pâte.	40
Figure 10 : Colorimétrie l'espace des couleurs	46
Figure 11 : Courbe d'étalonnage des polyphénols (l'acide gallique).....	49
Figure 12 : Teneur en polyphénols des différents échantillons.....	500
Figure 13: Courbe d'étalonnage des flavonoïdes (quercétine).....	511
Figure 14 : Teneur en flavonoïdes des différents échantillons.....	522
Figure 15: Teneur en caroténoïdes des échantillons	533
Figure 16: Pourcentage des gerçures et piqûres	59
Figure 17 : Résultats de test de dégustation (indice collant).....	610
Figure 18: Résultats de test de dégustation (fermeté)	621
Figure 19: indice de gonflement des différentes pâtes.	654
Figure 20: Aspect des pâtes avant et après cuisson.....	665
Figure 21 : Résultats des analyses sensorielles (couleur)	665
Figure 22: Résultats des analyses sensorielles (odeur)	676
Figure 23: Acceptabilité globale des pâtes alimentaires	687
Figure 24: Bulletin pour le test de dégustation des pâtes alimentaires.	

Les pâtes alimentaires occupent une place prépondérante dans l'alimentation humaine notamment des algériens. Longtemps considérées comme des aliments énergétiques elles sont une source très importante de glucides complexes (70 %) de protéines (13%) et (2%) pour les lipides (**Foster-Powell et al., 2002**). Ce qui donne un aliment universellement apprécié et peu coûteux (**Icard et al., 1999**). En plus de leurs propriétés technologiques favorables (simplicité de fabrication, excellente aptitude à la conservation, au transport et au stockage), les pâtes possèdent de bonnes qualités nutritionnelles et hygiéniques.

Elles sont également l'un des aliments céréaliers les plus simples, fait traditionnellement de deux ingrédients, la semoule de blé dur et l'eau. Son procédé de fabrication consiste à hydrater, malaxer, extruder la pâte et enfin la sécher (**Petitot et al., 2009**).

Vu l'importance des pâtes dans notre régime alimentaire et suite à la concurrence industrielle ainsi que la capacité des producteurs à différencier et à innover, le résultat c'est de l'apparition des nouveaux produits, donc il est primordial d'améliorer la qualité nutritionnelle et organoleptique de ces produits par l'élaboration d'un nouveau aliment fonctionnel, grâce à l'incorporation des composés bioactifs comme la valorisation des écorces d'orange et jus de carotte.

La carotte est cultivée pratiquement partout sur la planète, elle fait partie des légumes les plus consommés dans le monde. Aujourd'hui, on ne dénombre pas moins de 500 variétés de carotte dans le monde (**FAO, 2016**), l'excès de production et les carottes déclassées sont principalement utilisées en tant qu'aliment de bétails ou fertilisants pour les sols. Cette valorisation devient un enjeu d'un point de vue environnemental et économique, elle permet non seulement de minimiser la pollution, mais aussi proposer des nouvelles opportunités permettant le développement économique.

La production des agrumes est très répandue dans le globe (**FAO., 2004**). L'Algérie possède un potentiel important et des conditions naturelles favorables pour la culture des agrumes. L'industrie de transformation des agrumes en jus génèrent d'importantes quantités des déchets qui sont rejetées dans la nature sans aucun traitement, ces déchets constituent un grave problème pour l'environnement d'où l'importance de les valoriser.

La présente étude constitue, en premier lieu une valorisation des déchets des oranges précisément l'écorce d'orange qui est considéré comme un gisement riche en ingrédients nutritionnels (eau, protéines, sucres et minéraux) et en composants fonctionnels (huiles essentielles, fibres, caroténoïdes, vitamine C, composés phénoliques) (**Goulas et al., 2012**),

et deuxièmement de bien profiter des bienfaits de jus de carotte pur qui est un puissant antioxydant et possède une bonne qualité nutritionnelle et améliorer la santé de l'organisme grâce à ses fibres, antioxydants et caroténoïdes, qui constituent aussi une réserve importante en vitamines : Vit A, VitB1, Vit B2, Vit C, Vit D, Vit E.

Le but de ce travail est d'élaborer des pâtes alimentaires en substituant l'eau ajoutée par un jus de carotte et jus d'écorces d'orange et l'étude de quelques paramètres d'évaluation de la qualité, la teneur en composés bioactifs, et la détermination de la qualité des pâtes cuites par l'analyse sensorielle.

L'étude est donc basée sur trois chapitres, initiée par une recherche bibliographique sur les pâtes alimentaires et la technologie de leur fabrication à l'échelle industrielle, le deuxième et le troisième chapitre élucident des généralités sur l'orange et la carotte, leurs valeurs nutritionnelles et leurs bienfaits. La partie pratique est subdivisée en deux chapitres, le premier présente les méthodes et les techniques utilisées pour la réalisation de ce travail à savoir :

- La méthode de fabrication des pâtes alimentaires enrichies ;
- Les analyses physico-chimiques (l'acidité, le pH, les teneurs en flavonoïdes, polyphénols, les caroténoïdes, l'activité antioxydante.....) du produit fin ;
- Les analyses technologiques (temps de cuisson, indice de gonflement, les pertes à la cuisson, collants et la fermeté,....) ;
- Evaluation sensorielle du produit par un panel de dégustation pour apprécier la qualité.

Le deuxième chapitre représente les résultats et discussion, et nous terminons par une conclusion et perspectives.

Les produits céréaliers ont toujours tenu un rôle important dans l'alimentation humaine. Ils ont surtout un rôle d'apport énergétique, et participent aussi à la satisfaction du besoin en protéine (**Henri D., et al., 1992**), Ils sont cependant déficients en lysine et en vitamine A, C, D. De plus, ils ont une faible teneur en Calcium, en Fer et en Zinc (**Robert N, et al., 2003**).

Les pâtes alimentaires sont des produits céréaliers préparées à base de semoule de blé dur (*triticum durum*). Elles ont une structure qui garde sa cohésion lors de la cuisson, en raison de la création d'un réseau protéique de gluten qui entoure les grains d'amidon. Lors de la cuisson à 100°C, les pâtes de bonne qualité présentent une faible solubilité de leur amidon et les pertes de principes nutritifs sont faibles (**Henri D. et al., 1992**).

Les pâtes alimentaires issues de blé dur contiennent environ 70% d'amidon et elles constituent une source non négligeable de glucides lentement disponibles. Leur structure est formée par les étapes successives du procédé de fabrication : hydratation et malaxage de la semoule, mise en forme (par extrusion ou laminage), séchage et cuisson (**Fardet A. et al, 2013**).

I. Blé dur

Le grain de blé dur est entouré d'une enveloppe qui comprend une pellicule externe, le péricarpe, et une pellicule interne, la couche d'aleurone, cette dernière contient des protéines peu différentes dans leur structure des protéines animales. Par contre les protéines trouvées dans le grain sont très différentes des protéines animales (**Seignalet J., 2004**), (voir la figure 1).

La graine de blé est constituée essentiellement de l'eau, des matières organiques (glucide, matière azoté, lipides), auxquelles s'associent à faible proportion des matières minérales, elle renferme une faible proportion de matière grasse dont la majorité se trouve dans le germe et les enveloppes (**Nafti., 2011**), (voir le tableau 1).

Tableau 1 : Composition biochimique et valeur nutritive du blé dur (Djender et al., 2004)

Nutriments	Quantités
Calories (Kcal)	264-342
Glucides (%)	60-69
Protéines (%)	7-18
Eau (%)	13
Fibres (%)	2-2.5
Vitamines (mg/100g)	
Vitamine B1	0.67
Vitamine B2	0.11
Vitamine B3 ou PP	11.10
Vitamine B6	0.43
Vitamine E	5.8
Minéraux (mg/100 g MS)	
Ca	34
Mg	186
P	370
K	494
Fe	4

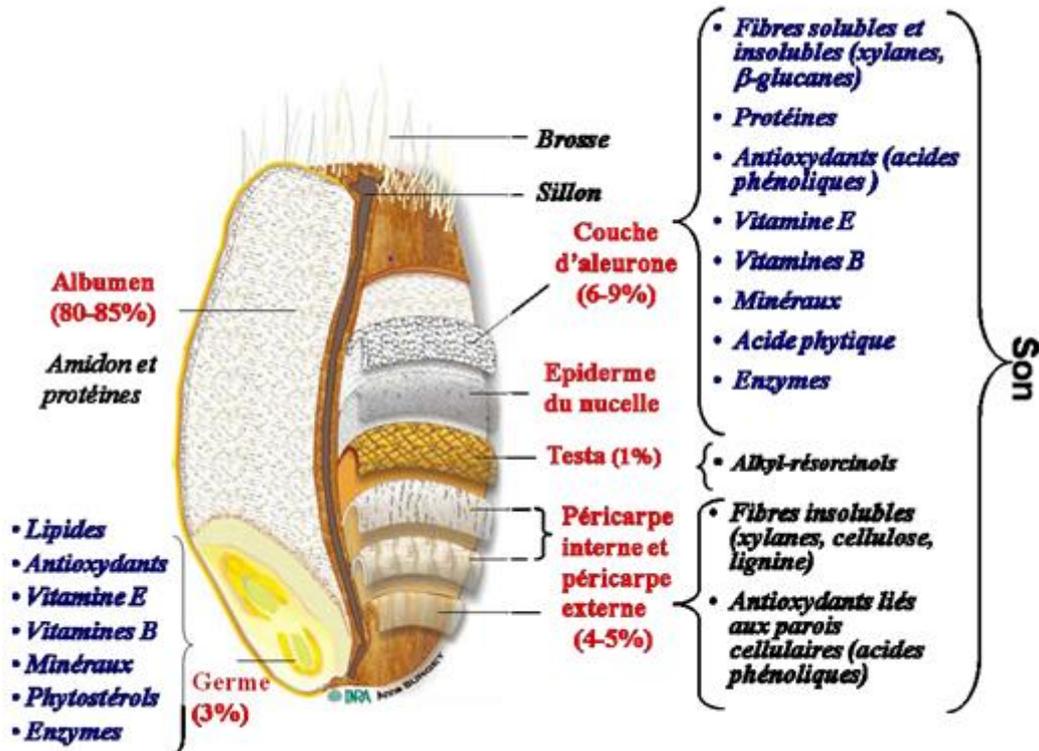


Figure 1 : Localisation des différents composés bénéfiques dans le grain de blé (Olivia R., 2009)

Le terme de qualité technologique des blés durs regroupe :

- D'une part, la valeur semoulière,
- D'autre part, la valeur pastière, ou aptitude d'une semoule à être transformée en pâtes alimentaires dont l'aspect et la qualité culinaire répondent aux désirs des consommateurs.

La valeur pastière couvre elle-même deux notions très distinctes :

- La facilité de transformation des semoules en pâtes ;
- La qualité Organoleptique des produits finis (Autran JC., 1996).

II. Appréciation de la qualité des blés durs

II.1 Valeur semoulière

C'est la quantité de semoule d'une pureté déterminée, qui se traduit par le taux d'extraction, que peut fabriquer un semoulier à partir des blés qui lui sont livrés, elle dépend en fait de trois groupes de facteurs :

a. Conditions de culture et de récolte

- La teneur en eau du grain

Que l'on souhaite le plus faible possible, elle est généralement entre 12 et 18 % de matière sèche. (Doumandji A.et al., 2003).

➤ **Taux d'impuretés**

Le plus souvent égale à 2% ou 3%, il représente la somme des produit étrangers utilisables (grains d'autres céréales, grains de légumineuses), nuisibles (nielle, ivraies) ou inertes (pierre, cailloux). (Doumandji A.et al., 2003).

➤ **Taux et grosseur des grains cassés**

Il est parfois impossible de séparer d'autres impuretés au cours de nettoyage, ce qui a une influence sur la qualité des semoules (Doumandji A.et al., 2003). Ces caractéristiques influencent le poids à l'hectolitre et donc le rendement en semoule.

b. La nature des variétés

Qui dépend essentiellement du :

➤ **Rapport albumen/enveloppe sur le rendement semouliers**

Ce rapport en fonction de l'épaisseur des enveloppes et de la forme du grain. On considère souvent que la proportion des enveloppes est d'autant plus grand que le poids du grain est petit, même si d'une manière générale le rendement en semoule est corrélé au poids de 1000 grains, par contre un faible poids de 1000 grains consécutif à l'échaudage aura des conséquences désastreuses, on trouve aussi le taux de mitadinage qui rend compte des proportions d'amande farineuse et vitreuse. Plus l'amande est vitreuse et dure, moins elle aura tendance à se réduire en farine alors qu'un grain fortement mitadiné est très friable et aura tendance à se désagréger en produit très fin au détriment du rendement en semoule (Doumandji A.et al., 2003).

c. La richesse en matière minérale

Elle dépend du taux d'extraction mais également de la minéralisation des blés, en effet lorsque le semoulier élève son taux d'extraction, il obtient davantage de produits nobles mais amenuise leur pureté et cela se traduit toujours par une augmentation de la teneur en cendres. mais d'autre part, lorsque le fabricant de pâtes alimentaires se trouve en présence d'une semoule présentant une teneur en cendres trop forte, il ne peut affirmer que les taux d'extractions habituels ont été dépassés car l'excès de minéralisation du produit peut provenir de la mise en mouture de blé très minéralisés (Doumandji A.et al., 2003).

II.2. Valeur pastière

regroupe deux notions, d'une part l'aptitude des semoules à être transformées en pâtes alimentaires (facilité de malaxage, de tréfilage et de séchage) et d'autre part la qualité des produits finis (Doumandji A. et al., 2003).

II.2.1. Semoules de blé

D'après le journal officiel algérien (JORA, 1997), Les semoules du blé dur sont les produits obtenus à partir des grains de blé dur nettoyés et industriellement purs, la composition nutritionnelle de semoule est illustrée dans le tableau 2.

➤ Selon le CODEX STAN, 1995

La semoule de blé dur et la farine de blé dur sont les produits obtenus à partir des grains de blé dur (*Triticum durum*) par procédés de mouture ou de broyage au cours des quels le son et germe sont essentiellement éliminés, le reste étant broyé à un degré de finesse adéquat.

➤ Particularités métaboliques et nutritionnelles

Les semoules les plus fines servent à la fabrication des pâtes « supérieures », La grosse semoule (peu courante) convient aux potages, La semoule moyenne convient aux entremets et la semoule très fine est réservée aux bouillies infantiles, le couscous est avec une semoule de blé dur : fine ou moyenne. (ClinicalKey, 2021).

Tableau 2: Composition moyenne pour 100 g de semoule. (ClinicalKey, 2021).

Valeur nutritionnelle	345kcal (1 442 kJ)
Protéines	10,3 g
Lipides	0,8 g
Glucides	74,3 g
Eau	13.1
Vitamine A	Néant
Vitamine B1	0,12 mg
Vitamine B2	0,04 mg
Calcium	362 mg
Sodium	1 mg

III. Pâtes alimentaires

Préparées par pétrissage, sans fermentation, de semoule de blé dur (plus riche en gluten), la semoule est additionnée d'eau potable tiède (100 kg de semoule/20 à 25 l d'eau) et soumise à des traitements physiques appropriés tels que tréfilage, laminage, séchage. (ClinicalKey, 2021).

L'addition de substances chimiques aux pâtes alimentaires est interdite. Les Italiens, et avec eux la majorité des pays membres de la Communauté européenne, admettent l'adjonction de blé tendre, et sont autorisées l'adjonction de sel, ainsi que l'addition de divers produits naturels : œufs, gluten, lait, lait écrémé, légumes frais, sucs ou extraits de légumes, aromates, d'où leurs différentes dénominations. (ClinicalKey, 2021).

Le tableau 3 représente les compositions des pâtes alimentaires.

Tableau 3 : Composition pour 100 g de pâtes (semoule). (ClinicalKey, 2021)

Une portion de pâtes crues de 25 g pèse 100 g après cuisson

nutriments	Composition pour 100 g de pâtes (semoule)
Protéines	12,8 g
Lipides	1,4 g
Glucides	76,5 g
Eau	8,6 g
Fibres	0,4 g
Sodium	5 mg
Vitamine B1	0,09 mg
Vitamine A	Néant
Vitamine B2	0,06 mg

III.1 Fabrication des pâtes alimentaires

Les pâtes alimentaires sont appréciées par leur saveur, elles présentent une longue durée de conservation et une fabrication simple.

➤ Conditions de fabrication

Les pâtes alimentaires sont fabriquées à partir de la semoule de blé dur dont la taille des particules entre 150-500 µm, elle est hydratée , malaxée , pressée et tréfilée de manière à donner à la pâte la forme voulue ; puis elle est séchée.

La teneur en eau final est voisine de 32% de la matière sèche. Le produit obtenu, mélange hétérogène de grumeaux plus ou moins gros, est repris par une vis sans fin qui force la pâte à travers une filière sous pression (c'est le pressage). Le séchage doit être conduit de

manière contrôlée afin d'éviter une rupture dans le gradient d'humidité qui s'installe entre les parties internes et périphériques des pâtes (**Doumandji A. et al., 2003**).

➤ **Qualité des pâtes alimentaires**

La qualité des pâtes alimentaires dépend essentiellement de celle des semoules employées ainsi que l'eau ayant servi au malaxage. Mais la qualité est tributaire également des soins appropriés dans la fabrication et, notamment au séchage et à la conservation. Les bonnes pâtes doivent être bien séchées : la teneur en humidité ne doit pas dépasser 12 ou 13%. (**Boudreau., et al., 1992**).

➤ **L'aspect**

Comprend la gerçure, le piquage, la texture superficielle et la coloration. La gerçure se manifeste par l'apparition de fêlures dans le produit fini. La cause principale des fissures est le mauvais réglage des séchoirs. Quant aux piqures blanches proviennent d'un malaxage insuffisant des semoules, d'un mauvais fonctionnement du système de désaération ou de la présence des blés mitadinés, les piqures brunes quant à elles sont causées par un mauvais conditionnement du blé ou par des sasseurs mal réglés laissant passer les particules de son. Les piqures noires proviennent des grains mouchetés ou de graines étrangères fortement colorées (**Boudreau., et al., 1992**).

➤ **Couleur**

Pour le consommateur, une pâte alimentaire doit être claire et de couleur jaune ombré. Cette coloration est la somme d'une composante jaune que l'on souhaite élevée et d'une composante brune ou grise qui doit être faible (**Doumandji A. et al., 2003**).

Les bases biochimiques de la composante jaune de la couleur de la semoule de blé dur, dont l'intensité dépend de la teneur en pigments caroténoïdes et en lipoxygénase de l'albumen, L'origine du brunissement est plus complexe et ses fondements physico-chimiques et technologiques font toujours l'objet de controverses (**Feillet et al., 2000**).

- **Composante jaune** : est due à la présence des pigments caroténoïdes présentes dans la semoule et des oxydases (lipoxygénases) susceptibles de provoquer l'oxydation de ces caroténoïdes au cours de la pastification.
- **Composante brune** : dépend de l'activité des enzymes peroxydasiqes ou polyphénoloxydasiqes , toute action visant à diminuer l'activité de ces enzymes soit pour la sélection des variétés qui n'en possèdent que de faibles quantités, soit par la mise en œuvre de technologies appropriées (bonne purification des semoules durant la mouture en particulier, température élevée en début de séchage) a un effet bénéfique sur la coloration des produits finis (**Doumandji A. et al., 2003**).

➤ Qualité culinaire

La cuisson d'une pâte alimentaire vise à gélatiniser l'amidon pour le rendre digestible et à modifier la texture des pâtes de manière à leur donner les caractéristiques souhaitées par le consommateur.

L'état de cuisson doit être al dente (les pâtes doivent résister légèrement sous la dent).

La pâte doit absorber 160 à 180 g d'eau par 100 g de pâtes sèches et garder le plus longtemps possible sa fermeté.

La texture des produits cuits, qui rend compte de la fermeté et de la masticabilité des pâtes après cuisson, dépend principalement de la teneur en protéines et de la viscoélasticité du gluten. L'état de surface de la pâte ne doit pas être ni collant ni pâteux. L'absence de cohésion ou la destruction de la texture de la pâte réside dans la qualité insuffisante du gluten et une quantité insuffisante de protéines dans les semoules utilisées. L'aptitude des pâtes à maintenir leur état de surface intègre consiste dans la formation d'un réseau protéique insoluble, capable d'emprisonner les granules d'amidon en cours de gélatinisation. La perte de cohésion est ainsi causée par la rupture des liaisons ioniques, hydrophobes, hydrogène ou ioniques du réseau protéique au cours de la sur cuisson. **(Boudreau., et al., 1992).**

Les fruits et légumes jouent un rôle essentiel dans la stratégie anti-âge car ils représentent un apport conséquent de composés phytochimiques ou bioactifs (Ahmed T. et al., 2019). Ces molécules reconnues pour leurs effets nutraceutiques et leurs bienfaits pour la santé et jouent un rôle de premier plan dans notre système de défense contre le développement du cancer, parmi les légumes les plus riches de point de vue nutritionnel « la carotte ». (Ahmed T. et al., 2019).

I. Carotte

La carotte (*Daucus carota L.*) est l'une des plantes potagères la plus importantes au monde en raison de son potentiel de rendement élevé et de son utilisation comme produit frais ou transformé (Ahmed T. et al.,2019), c'est une plante bisannuelle de la famille des apiacées, largement cultivée pour sa racine pivotante charnue, comestible, de couleur orangée, (Aprifel, 2021), voir la figure 2.

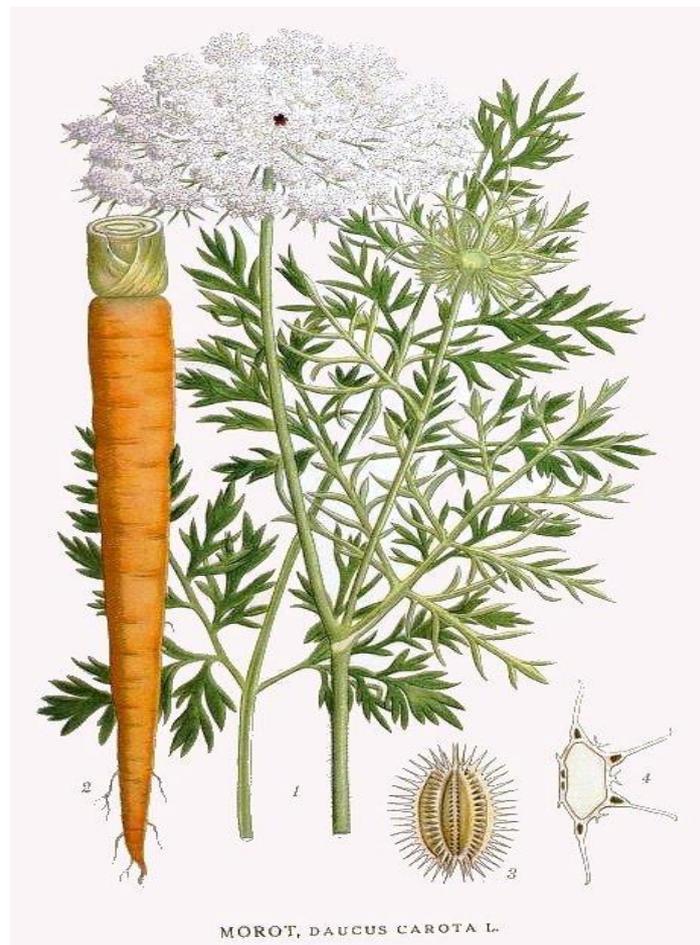


Figure 2: Grain, plante et racine de la carotte (*Daucus carota*), (wikipédia.com, 2021).

II. Variétés de carotte

Ses variétés sont souvent utilisées pour la conception de colorants alimentaires naturels (Camier, 2015), elles sont illustrées dans la figure 3.

❖ Carotte orange

La carotte était surtout blanche, jaune ou pourpre, la variété orange est apparue en Holland, elle est le résultat du croisement entre les variétés à chair rouge et celles blanches (Atlantico, 2015).

❖ Carotte rouge

Comme les autres variétés, la carotte rouge appartient à la catégorie des légumes-racines, elle se ressemble à la betterave rouge en raison de sa couleur spécifique, elle doit cette couleur à la présence d'anthocyanes, des pigments naturels. C'est une source de vitamine E.

❖ Carotte violette

Elle est la variété la plus riche en beta carotène, et elle possède les propriétés antioxydantes supérieures. Son gout sucré et original est souvent apprécié (Camier C., 2015),

❖ Carotte jaune

La qualité nutritive de la carotte jaune est légèrement supérieure à celle de la carotte blanche.

❖ Carotte blanche

Doit sa couleur à l'absence de beta carotène, sa chair est fibreuse et contient peu de vitamine C (Camier C., 2015).

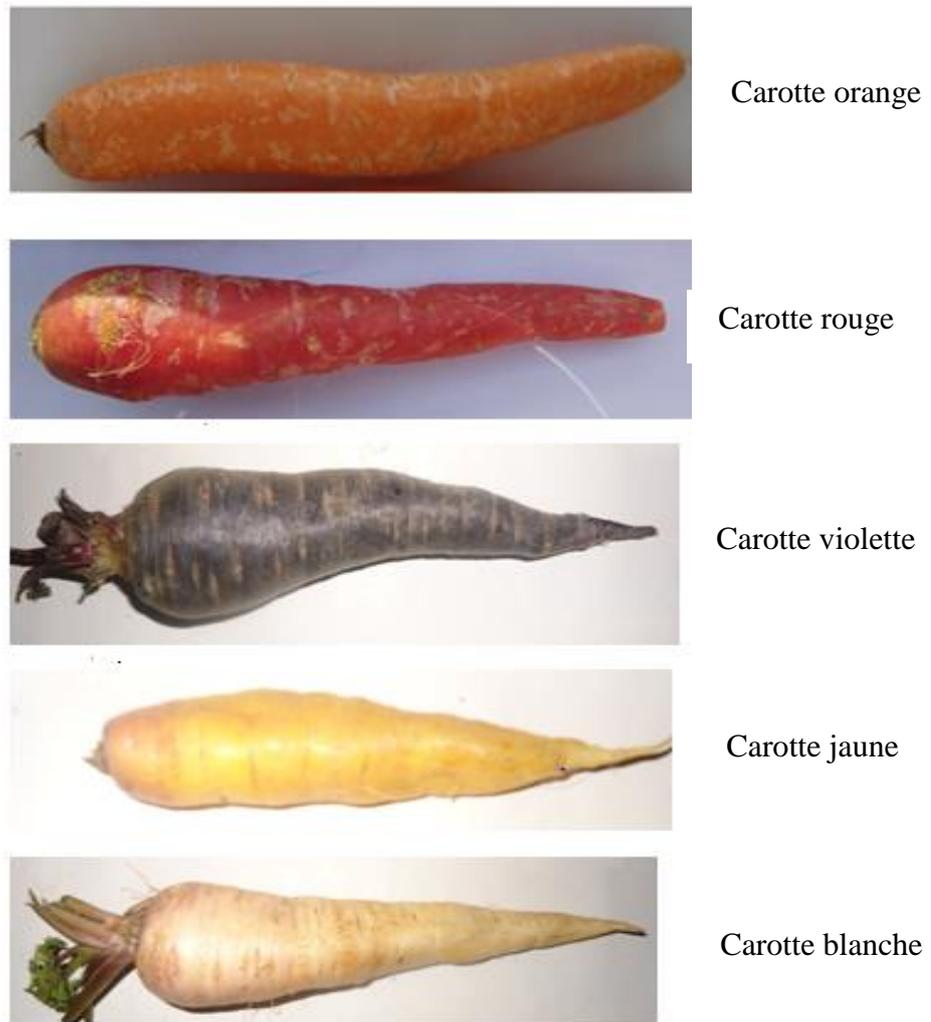


Figure 3: Les différentes variétés de carottes (**Haq et al., 2018**)

III. Composition de la carotte

Avec une teneur en eau de 88.10 g (**Aprifel, 2021**), les carottes sont également riches en fibres, potassium, phosphore et sodium, la présence de caroténoïdes précurseur de vitamine A augmente son importance parmi les autres légumes (**Haq et al., 2018**).

Les carottes contiennent aussi peu de calcium, des vitamines B notamment B9, et des oligo-éléments comme le soufre, le manganèse et le cuivre (**Guerven, 2006**), le tableau ci-dessous présente l'apport énergétique de 100 g de carotte crue et les nutriments qui entrent dans sa composition (**informations nutritionnelles.fr, 2021**). La composition de la carotte est représentée dans le tableau 4.

Tableau 4: Composition biochimiques et valeurs moyennes pour la carotte
(informationsnutritionnelles.fr, 2021).

Composition	Quantité
Energie (calories/ Kj)	36.6 (Kcal / 153 Kj)
Eau	89.4g
Fibres	2.17 g
Protéine	0.803 g
Glucides	6.6 g
sucre	4.86 g
Amidon	0.8 g
Lipides	0.26 g
Sodium	49 mg
Minéraux	
Phosphore	20.4 mg
Magnésium	11.9 mg
Potassium	243 mg
Calcium	26.2 mg
Manganèse	0.131 mg
Fer	0.281 mg
Zinc	0.211 mg
Cuivre	0.0382 mg
Sélénium	1.33µg
Iode	1.32µg
Vitamines	
Vit A- Beta carotène	7260 µg
Vit E/ tocophérol	0.56 mg
Vit K1	14.1 µg
Vit C	4 mg
Vit B1	0.052 mg
Vit B2	0.0453 mg
Vit B3	0.995 mg
Vit B5	0.278 mg
Vit B6	0.123 mg
Vit B9	52 µg

IV. Production mondiale de carotte

Selon **Statistica, (2021)**, le volume de production dans l'union européenne de 2014-2015, était respectivement de 5083 milliers de tonnes et 5588 en milliers de tonnes, et en 2017, la production de carottes s'élevait à environ 5.8 millions de tonne.

V. Production nationale de carotte

Très répandue dans les régions du littorale (Alger, Boumerdes, Mostaganem), les hauts plateaux (M'sila, Oum el Bouaghi, Sétif) et le sud (Adrar, Biskra, Ghardaia, El Oued) ; **(ITCMI, 2010)**.

On constate que la production se concentre sur les hautes plaines du centre et de l'Est, le littorale centre et l'Est ; ces dernières ont la même période de fin de plantation (28/02), la durée du même cycle de culture (65-90 jours) et sont récoltés à la même période (30/07jours). **(ITCMI, 2010)**.

Tableau 5: Récapitulatif des superficies, des productions, des rendements et les taux d'accroissement national de l'année 2014/2015 **(INRA, 2015)**.

Année	2014			2015		
	Sup (ha)	Prod (qx)	Rdt (qx/ha)	Sup (ha)	Prod (qx)	Rdt (qx/ha)
Carotte	18042	3868139	214.4	18649	3915631	210.0

VI. Caractéristiques physiques et organoleptiques

Les carottes ont une grande diversité de couleurs, Les caroténoïdes (β -carotène, lycopène, α -carotène, lutéine) et les anthocyanes (appartenant à la famille des flavonoïdes) sont les pigments responsables de leur couleur **(Haq et al., 2018)** :

- ❖ les anthocyanes donnent une couleur noire/violette aux carottes ;
- ❖ le β -carotène une couleur orange,
- ❖ la couleur rouge et jaune qui sont spécifiques respectivement du lycopène et la lutéine **(Haq et al., 2018)**.

La carotte a un goût sucré qui lui est conféré par le saccharose, un sucre soluble **(Liu, 2018)**, la présence des terpènes (métabolites secondaires), interviennent dans le goût et l'arôme des carottes. Dans un panel de 85 cultivars de carottes, 31 composés organiques volatils terpénoïdes ont été identifiés citant des composés monoterpéniques ocimène, sabinène, β -pinène, bornéol et acétate de bornyle **(Keilwagen, 2017)**.

Le taux des sucres, des caroténoïdes et des composés volatils, sont influencés par les températures de croissance, En effet, les basses températures (4°C) entraînent une augmentation de rendement, tandis que des températures plus hautes (25 °C) favorisent la synthèse des terpènes qui donnent un goût amer aux carottes (**Ahmad T., 2019**).

La présence de polyacétylènes, plus spécifiquement du falcarinol, du falcarindiol et du falcarindiol-3-acétat peuvent influencer la taille de la carotte. (**Kjellenberg et al., 2010**).

En effet, le ratio falcarinol/polyacétylènes totaux est positivement relié à la taille de la carotte, alors que l'apport en falcarindiol et en falcarindiol-3-acétate est inversement associé à la taille des carottes. (**Kjellenberg et al., 2012**)

VII. Autres caractéristiques essentielles

- Les carottes sont riches en composés phénoliques, des caroténoïdes, des polyacétylènes et de la vitamine C. Ces composés phytochimiques participent à la prévention du cancer et des maladies cardiovasculaires en raison de leurs propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et anti-tumorales (**Ahmad T., 2019**).
- Les anthocyanes ont des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires (**Cavagnaro, 2019**). Elles présenteraient des propriétés anticancéreuses en participant à l'inhibition de la croissance des cellules cancéreuses (**Ahmad T., 2019**).
- L'apport alimentaire en caroténoïdes maintient une fonction normale du système immunitaire, de la peau, des muqueuses et de la vision et protège l'ADN, les protéines et les lipides contre les dommages oxydatifs, ces caroténoïdes représentent une source majeure de provitamine A qui, converti en rétinol (vitamine A), élément essentiel pour l'organogenèse, les fonctions immunitaires et la vue (**Ahmad T., 2019**).
- En outre, la présence des polyacétylènes dans la carotte lui confère notamment des effets anticancéreux, antifongiques, antibactériens et anti-inflammatoires (**Ahmad T., 2019**).

VIII. Les effets thérapeutiques de jus de carotte

La carotte est Parmi les légumes les plus consommés, pour cause, sa saveur douce et sucrée, valeurs nutritionnelles et ses caractéristiques thérapeutiques :

- Le bêta carotène est décrit comme un anti oxydant et selon des études pertinentes, il peut avoir un effet protecteur contre le cancer, les maladies cardiaques et le vieillissement, les résultats de recherche suggèrent que 4 à 6 mg de bêta carotène pris par jour peuvent fournir des effets de protection

physiologique contre plusieurs type de cancers, en particuliers ceux d'origine épithéliale, et au stade précoce de la carcinogenèse (**Joyce I. B., 2015**).

- La richesse des carottes en caroténoïdes provitamine A (β Carotène) génèrent de la vitamine A, qui a un rôle essentiel dans la physiologie des cellules nerveuses de la rétine (**Carlin M. et al., 2007**)
- La diététique chinoise considère que la carotte tonifie la rate et les capacités digestives de l'estomac, du pancréas et de la vésicule biliaire. Elle recommande ce légume pour stimuler l'énergie, l'immunité naturelle et lutte contre la fatigue (**Guerven E., 2006**).
- Le jus de carotte cru est un agent de résistance aux infections, Son action est analogue à celle des glandes surrénales. il aide à la prévention des amygdalites et des sinusites, et toutes les infections des organes respiratoires en général (**Walker N., 2003**).
- la carotte est également utilisée dans l'industrie cosmétique ou comme plante tinctoriale pour colorer le beurre et certains fromages. Cependant, l'intérêt alimentaire de la racine porte sur son goût, sa couleur, mais aussi ses caractéristiques nutritionnelles (**Coulibaly et al., 2018**)
- La carotte possède une action régulatrice des fonctions hépatiques et intestinales (efficace contre les diarrhées et les inflammations du colon) ainsi que des propriétés antianémiques et reminéralisantes (**Guerven E., 2006**).
- le beta carotène a fait l'objet d'expérience en laboratoire, démontrant son efficacité à neutraliser des carcinomes provoqués chimiquement ; il diminue les risques du cancer liés à l'exposition solaire, renforce les défenses immunitaires et joue un rôle capital dans l'entretien de la peau, il empêche en outre, le cholestérol a s'oxyder, et semble également être impliqué dans la protection contre le diabète (**Guerven E., 2006**).
- La vitamine B9 ou acide folique est impliquée dans la multiplication cellulaire (donc le renouvellement cutané), entretien de la bonne santé de l'épiderme, et permet la fixation du fer qui entre dans la structure de la kératine (**Guerven E., 2006**).
- le jus de carotte protège la peau du soleil et lutte contre les radicaux libres responsables du vieillissement prématuré des cellules. La carotte n'est pas l'aliment miracle qui améliore la vue, mais en revanche, elle est efficace si les

yeux ont des difficultés à s'adapter à l'obscurité et à voir quand la source lumineuse est faible, comme le cas des gens souffrant d'une héméralopie. Le jus de carotte aide aussi à prévenir la cataracte (**Brown et al., 2010**).

- Ce jus augmente de 10 % le volume de l'urine et facilite l'élimination de l'acide urique dans le sang et il soulage les douleurs dues aux calculs biliaires. Il aide à nettoyer le sang et à diminuer l'acidité, et est utile contre les ulcères de l'estomac. Les minéraux contenus dans le jus de carotte principalement le potassium, calcium, magnésium, phosphore, zinc, sodium, manganèse, fer cuivre, sélénium, etc.) sont facilement absorbés dans le sang, ce n'est pas le cas de tous les légumes (**Da Silva Dias, 2014**).

Le processus de transformation des fruits produit principalement deux sortes de déchets : des déchets solides composés essentiellement d'épluchures, de peaux ou d'écorces, de graines, ..., et des déchets liquides composés d'eaux de lavage.

Dans le cas des oranges, la quantité rejetée peut être très importante (30- 50%). Par conséquent, l'élimination de ces déchets devient souvent très nécessaire, et pouvant conduire à des problèmes sérieux tel que le pullulement de mouches et de rats autour du site de transformation, des mauvaises odeurs....

Généralement ces déchets sont soit enterrés, rejetés dans l'environnement ou donnés aux animaux loin du site de transformation (**practical action, 2021**).

Donc la récupération des sous-produits des agrumes est un aspect économique important des opérations de transformation des agrumes, et elle est particulièrement appropriée lorsqu'un gros volume de fruits est transformé (**Teiko et al., 2001**).

Prenant l'exemple des agrumes qui sont bien adaptés au climat de la méditerranéen, avec une production de plusieurs variétés comme par exemple : les bigarades (*Citrus aurantium*), les citrons (*Citrus limon*), les limes (*Citrus aurantiifolia*), les pomelos (*Citrus paradisi*), les mandarines (*Citrus reticulata*), les clémentines (*Citrus clementina*), et les oranges (*Citrus sinensis*). (**Louati, et al., 2015**).

I. Orange

Orange (*Citrus sinensis*), appartient au genre Citrus, arbuste de la famille des rutacées. Les Citrus sont caractérisés par : leurs feuilles qui ont toujours un pétiole ailé séparé de la base du limbe par une articulation très visible, et leur fruit est une baie, appelée également « Hespéride » ou agrume, sa partie extérieure est colorée en jaune, orange ou rouge (la sanguine), voir la figure 4.

Les agrumes sont intéressants d'un triple point de vue correspondant aux trois niveaux de leur architecture : la pellicule externe, qui donne le zeste, est très riche en essence et donc très parfumée, la pellicule moyenne, l'albédo, est riche en pectine, et la baie elle-même est riche en sucre, en acide, et en vitamines (**Pelt J. M., 2014**).

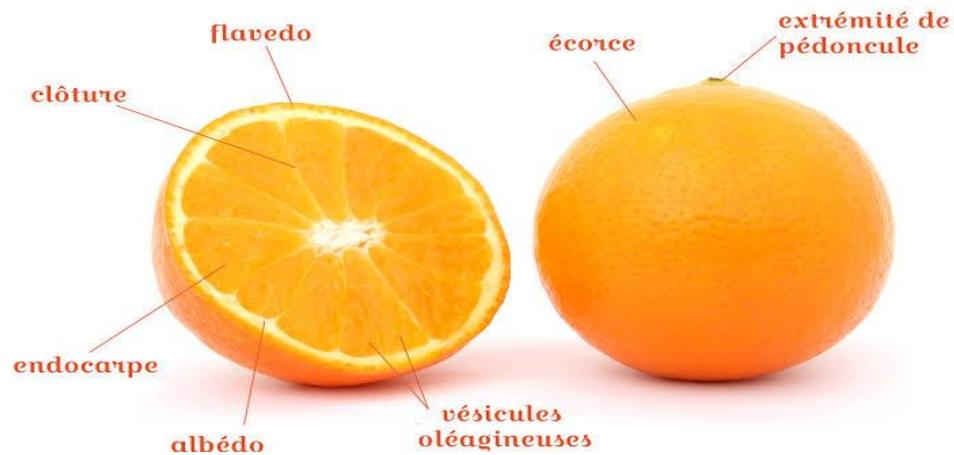


Figure 4: Coupe transversale d'une orange (Citrus and life.com, 2015)

II. Les variétés de l'orange

- **Navels** : sont les plus faciles à reconnaître puisqu'elles possèdent un ombilic (Navel en anglais), ne contient pas de graines (pépins), ils ont une écorce plus épaisse et une chair croquante, juteuse, sucrée et parfumée.
- **Valencia** : est actuellement la plus cultivée, orange à peau lisse et mince et chair tendre très juteuse, ayant de 0 à 6 pépins.
- **Sanguine** : Ces oranges de petite taille, l'intensité de la couleur de la chair et de la peau dépend du sol, du climat et varie d'une année à l'autre. Selon la quantité et les types de pigments, on distingue des oranges demi-sanguine qui synthétisent le lycopène, divers caroténoïdes et des anthocyanes, et les oranges sanguines qui produisent les mêmes plus des violaxanthines.
- **Tarocco** : C'est une variété d'orange sanguine, la peau de cette orange est entièrement orange, sans trace de rouge mais la chair est rouge foncé ; le fruit est considéré comme excellent.
- **Double fine** : Dite aussi Anglaise, petit fruit presque toujours sans pépins est à coloration très variable, de saveur agréable avait le défaut de tomber rapidement de l'arbre, (Tonelli N. et al., 2013)..



Valencia



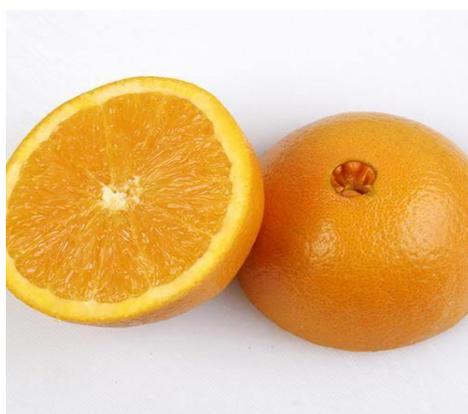
Grosse sanguine



Double fine



Tarocco



Navel

Figure 5: Différentes variétés de l'orange (citrus and life.com, 2015)

III. Composition biochimique de l'orange

L'orange est un fruit faiblement calorique : 45 calories pour 100g, elle contient entre 40 -80 mg de vitamine C, vitamine A, ainsi que des traces de vitamine E. La pulpe est également riche en acide malique et citrique dont la teneur baisse en cours de maturation au profit de la teneur en sucre, laquelle augmente parallèlement de 1 à 8% (**Pelt J. M., 2014**).

L'orange contient en moyenne 12 % de glucides (40% de saccharose), (**Bousbia N., 2011**), les sucres qu'elle contient sont rapidement assimilable par l'organisme et l'index glycémique reste très modère (35), (**Tonelli N., et al., 2013**).

L'orange est connue pour sa richesse en vitamine C, aussi des vitamines du groupe B (B1, B5, B9), du cuivre et du calcium. Par ailleurs, elle contient d'intéressantes quantités de caroténoïdes, de limonoïdes et de flavonoïdes (**Delville A., 2013**).

Les pigments flavonoïdes, rencontrés dans le genre Citrus, peuvent se diviser en deux grandes catégories : ceux qui sont solubles dans l'eau et ceux qui sont insolubles.

Les principes peu solubles, tels que l'héspéridine de l'écorce d'orange, la citrine des écorces de citron, la naringine des écorces de pamplemousse, sont obtenus depuis longtemps sous forme cristallisée, du fait de leur facilité de préparation (**Vincent Y., 1962**).

A côté de ces glucosides, plus ou moins insolubles, il existe un ensemble complexe de flavonoïdes solubles, les citroflavonoïdes.

Le codex définit les citroflavonoïdes comme l'ensemble des composés flavonoïdes à action vitaminique P, extrait des écorces des différents citrus, ces composés dérivent de quatre substances fondamentales : flavone, isoflavone, flavonol et isoflavonol hydroxylé (**Huet, 1962**).

Le rapport acidité/ taux de sucre donne une idée sur la maturation des fruits et la période de récolte, durant la deuxième phase de développement (agrandissement) l'acidité de l'orange est maximale puis elle diminue progressivement au cours de la troisième et la dernière phase (maturation).

L'arôme caractéristique de l'orange est due essentiellement aux composés comme le butanoate d'éthyle, le 2-méthylbutanoate d'éthyle, l'octanal, le décanal et l'acétaldéhyde (**Bousbia N., 2011**).

Le tableau 6 montre que l'orange riche en eau, glucides et une faible teneur en lipides, contient principalement de la vitamine C, aussi du potassium, calcium, magnésium, des vitamines du groupe B.

Tableau 6: Composition et valeurs moyennes pour 100 g d'orange douce (Tonelli N. et al., 2013).

Composition et valeurs moyennes pour 100 g d'orange douce	
Energie	45Kcal /188 KJ
Eau	86 g
Protides	1 g
Lipides	0.2 g
Glucides totaux	8-12 g
Fibres totaux	1.5g
Sodium	1.5mg
Potassium	200 mg
Calcium	35-60 mg
Magnésium	14 mg
Phosphore	20-25 mg
Manganèse	0.04 mg
Fer	0.4 mg
Vitamine B1	0.08 mg
Vitamine B2	0.04 mg
Vitamine B3	0.3 mg
Vitamine B5	0.5 mg
Vitamine B6	0.1 mg
Vitamine B9	0.04 mg
cuivre	0.06 mg
Vitamine C	40-80 mg
Acides organiques totaux	1.6 g

IV. Composition de l'écorce d'orange

La consommation et l'industrie de transformation des agrumes génèrent de gigantesques masses de sous-produits tels que les écorces, les pulpes et les pépins. Ces

derniers présentent une marge de 45-60 du fruit entier et qui sont souvent rejetés dans la nature (**Addar L. et al., 2017**).

Selon de Tableau 6, les écorces d'oranges sont très riches en eau à l'état frais et leur matière sèche est riche en glucides par contre contient une faible teneur en protides et en lipides.

Les écorces sont utilisées comme mélasse pour l'alimentation des animaux, ou source de fibres (pectine) et pour la production du carburant. Des études récentes ont montré que ces écorces peuvent être transformées en composés biologiquement actifs.

Ces écorces sont riches en vitamine C et en métabolites secondaires tels que les composés phénoliques en particuliers les flavonoïdes et les huiles essentielles, qui sont les composés les plus importants grâce à leurs diverses activités biologiques tels que les activités : antimicrobienne, antifongique, anti-inflammatoire et antioxydante (**Addar L. et al., 2017**).

Parmi les composés actifs de l'orange, on trouve les caroténoïdes qui sont des pigments jaunes et rouges, localisés dans la partie externe du péricarpe des fruits, le flavedo, et dans la pulpe. Ils sont dissous dans les globules lipidiques qui remplissent les chromoplastes, organites de la cellule végétale dérivés des chloroplastes (**Huet R., 1979**).

Les zestes représentent une faible proportion de la masse de l'orange. Néanmoins, ils sont riches en éléments minéraux, notamment en potassium (K) et en calcium (Ca). Le potassium joue un rôle important dans la prévention des maladies cardiaques. Le calcium intervient dans la structure cellulaire (**Rachell A, et al., 2015**).

Les zestes peuvent être donc valorisés en compléments alimentaires pour les enfants malnutris et les malades métaboliques. Ainsi, ces résultats permettent d'augmenter la rentabilité des oranges (**Rachell A, et al., 2015**).

Une orange contient plus de 200 composés différents, parmi lesquels on retrouve une soixantaine de polyphénols ainsi que plusieurs membres d'une classe de molécule très odorantes, les terpènes (**Béliveau R., et al., 2005**).

Tableau 7: Analyse d'écorces d'oranges fraîches de plusieurs sortes d'orange (**Huet R. et al., 1964**).

Variétés	Tarocco	Navel	Double fine	Grosse sanguine	Valencia
Matière sèche (g p cent)	24.4	23.8	25.0	26.8	27.0
Humidité (g p cent)	75.6	76.2	75.0	73.2	73.0
Sucres réducteurs	6.6	7.2	7.4	8.4	6.0
Sucres totaux	8.4	9.0	8.8	11.0	8.0
saccharose	1.8	1.8	1.4	2.6	2.0
Acidité (acide citrique)	0.32	0.24	0.24	0.26	0.32
Acide ascorbique	108	108	122	74	88
cendres	590	566	542	-	698

V. Production mondiale d'orange

Selon les données de l'USDA (département américain de l'agriculture), la production nationale de l'orange représente 54% de la production globale des agrumes pour l'année 2015/2016. Le Brésil est le premier producteur dans le monde avec plus de 19 million de tonnes (**Ongari, 2017**), la chine et l'union européenne se classent en deuxième position avec 12% de la production globale soit 6 million de tonnes. Avec 9% (soit 8.10 million de tonnes) de la production mondiale, les Etats unis et le Mexique occupent le 4ème rang.

Les pays méditerranéens ont une production de 20 million de tonnes, essentiellement destinées à la consommation locale, dont les principaux producteurs sont : l'Espagne avec 10 MT, l'Italie avec 12.5 MT, la Turquie avec 4 MT, et l'Egypte qui représente 6% (soit 5,4 MT) de la production mondiale. (**Ongari, 2017**)

VI. Production nationale d'orange

L'Algérie est reconnue pour la qualité supérieure de ses agrumes ainsi que pour son savoir-faire tant dans la sélection des espèces que dans la production de fruits, de jus et des huiles essentielles d'agrumes (**Ferhat et al., 2016**).

Pour l'année 2016, elle est estimée de 13724000 tonnes, avec une valeur de 1025.5 milles tonne d'orange. Elle occupe la 2ème place dans la région nord-africaine et la 4ème dans la région méditerranéenne selon des études préliminaires pour l'année 2016. (**FAO, 2016**).

VII. Intérêts nutritionnels et thérapeutiques

- L'orange contient un proto-alcaloïde « la p-synéphrine », qui présente des effets bénéfiques sur la performance sportive, de l'appétit, donne de l'énergie, et aussi sur la concentration mentale (**Stohs, 2017**).
- Sa richesse en vitamine C, en acide folique, confère au jus de l'orange des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires et prévient des maladies cardiovasculaires, de l'insulino-résistance liée au diabète et du syndrome métabolique (**Ye, 2017**).
- La vitamine C peut améliorer les infections respiratoires, le psoriasis, les allergies, l'asthme et l'arthrite. (**Ye., 2017**).
- Elle est considérée comme aliment protectif et guérissant grâce à sa richesse en vitamine C, et elle aide à fixer le calcium sur les os, et prévient l'apparition de maladies de Scorbut (**Abbas S. et al., 2016**), donc les agrumes sont les seuls végétaux qui contiennent une quantité importante d'un groupe de polyphénols appelé flavones (antiscorbutiques). Une de ces molécules, l'hespéridine, elle permettait de conserver l'intégrité des vaisseaux sanguins en augmentant leur tonus et en réduisant leur perméabilité (**Béliveau R., et al., 2005**).
- La vitamine C stimule l'activité cellulaire et intervient dans la biosynthèse des hormones de défense (adrénaline, certains corticoïdes), son action étant renforcée par la présence des flavonoïdes et anthocyaniques, parfois appelés vitamine PP, (**Tonelli N., et al., 2013**).
- Les caroténoïdes et des flavonoïdes (des composés antioxydants) dans l'orange diminuent le risque de cancer et de maladies cardio-vasculaires et permet de lutter contre les radicaux libres du corps (**Delville A., 2013**).
- Les composés phytochimiques des agrumes parviennent à bloquer la croissance des tumeurs en agissant directement sur les cellules cancéreuses, réduisant leur capacité à se reproduire (**Béliveau R., et al., 2005**).

- Ces composés phytochimiques peuvent agir comme des anti-inflammatoires et en modifiant l'absorption et l'élimination de plusieurs substances.
- Les agrumes favorisent une bonne plasticité de la peau, c'est la vitamine C, qui intervient dans la production de collagène et unit entre elles les cellules de la peau, un peu comme la trame d'un tissu. Elle agit de la même façon au niveau des fibres des tendons. L'acide folique présent dans les agrumes (environ 10 % de nos besoins quotidiens dans une orange) joue également un rôle important dans le renouvellement des cellules (**Virbel A C., 2011**).
- D'autres composants favorisent une bonne qualité sanguine, comme le cuivre, présent à faible dose dans les agrumes, mais qui intervient au niveau de l'hémoglobine ; ou l'acide folique (vitamine B9), qui permet une bonne oxygénation des globules rouges et que l'on trouve dans l'orange (**Virbel A C., 2011**).

Ce chapitre englobe, les méthodes d'analyses des jus incorporés et des pâtes enrichies. Durant notre étude, les analyses ont été réalisées au niveau :

- Du laboratoire de science de vie et de la nature de Bouira.
- Du laboratoire de contrôle de qualité au niveau de l'entreprise nationale des peintures ENAP pour la mesure de l'indice de couleur à Lakhdaria.

I. Matières premières

Notre étude a porté sur une matrice alimentaire élaborée à partir d'une semoule extra de blé dur appelée MIS (Moulins Industriels de Sebaou), ses particules sont fines. Cette semoule est orientée vers la fabrication des pâtes alimentaires industrielles (**Benbelkacem et al., 1995**).

1. Liquides de préparation

- a) Eau potable pour la pâte témoin.
- b) Jus d'écorce d'orange préparé à partir de 500g d'écorces d'orange coupées en dés dans 2 L d'eau tiède, on laisse la préparation environ 2h jusqu'à changement de couleur, on mélangeant pour accélérer l'infusion.
- c) Jus de carotte obtenu par extraction à partir des carottes fraîches dont la couleur est foncée après nettoyage, puis ces carottes sont râpées, pressées à froid, après filtration du liquide on obtient un jus pur.

II. Fabrication des pâtes alimentaires

La fabrication des pâtes alimentaires est une opération dont le principe est basé sur l'hydratation de la semoule de blé dur dont la dimension de particule est entre 150 -500 μ m, le malaxage et le pressage et enfin le séchage.

1. Préparation de mélange

Les pâtes alimentaires sont fabriquées à l'échelle artisanale, en mélangeant la semoule et le sel (7 g/kg) avec de l'eau dans un malaxeur : la quantité d'eau ajoutée est 480 ml par kg de semoule, de manière à ce que la teneur en eau finale soit voisine de 32% de la matière sèche (**Doumandji A. et al. 2003**).

- ❖ 500 g de semoule additionnée de 240 ml de liquide (eau potable, jus d'écorce d'orange, ou jus de carotte pur)

2. Malaxage

D'une durée de 15 mn, permet une répartition homogène de l'eau et une hydratation constante de la semoule. (**Bourdreau A. et al., 1992**).

3. Laminage

La pâte est aplatie au laminoir dans le but non seulement d'amincir graduellement la pâte jusqu'à l'épaisseur désirée, mais aussi à la lisser et à l'uniformiser. Les feuilles de pâte ainsi formées sont ensuite dirigées vers l'étage munies de couteaux.

4. Séchage

C'est l'opération la plus importante et certainement la plus délicate de la fabrication, elle stabilise les qualités des matières premières, on doit réaliser un état d'équilibre hydrique entre les principaux constituants (amidon et gluten) tout en gardant un certain degré d'élasticité et offrir une certaine résistance à la rupture. Le séchage a pour but de réduire la teneur en humidité de la pâte à 12.5% ou moins et comprend deux phases : pré séchage et séchage final (**Bourdreau A., Ménard G., 1992**). Dans notre cas, le séchage est effectué à l'air libre.

III. Diagramme de structuration des pâtes alimentaires

Il se résume en 3 étapes (voir la figure N°6 et 7)

Etape 1 : structuration

*Développer la structure de la pâte.

*Donner la forme de la pâte.

Etape 2 : stabilisation

*Séchage des pâtes (réduction de l'activité de l'eau).

Etape 3 : cuisson

*Gélatinisation de l'amidon.

*Hydratation.

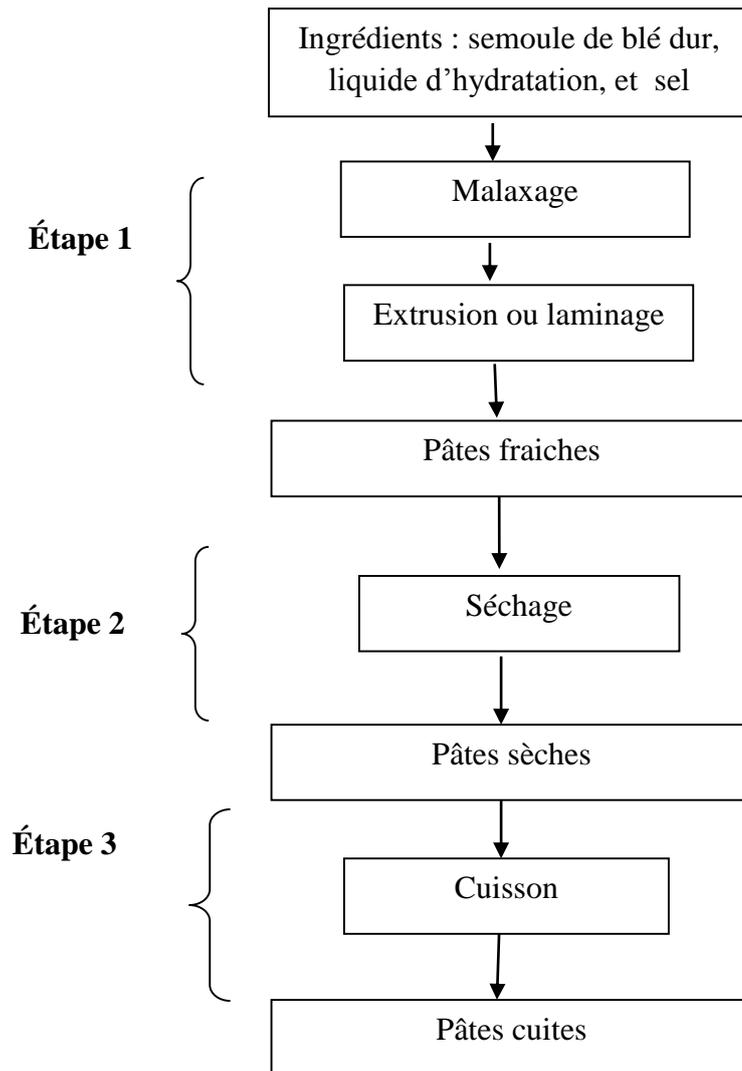


Figure 6: Diagramme de structuration des pâtes (Cassan D., 2015)

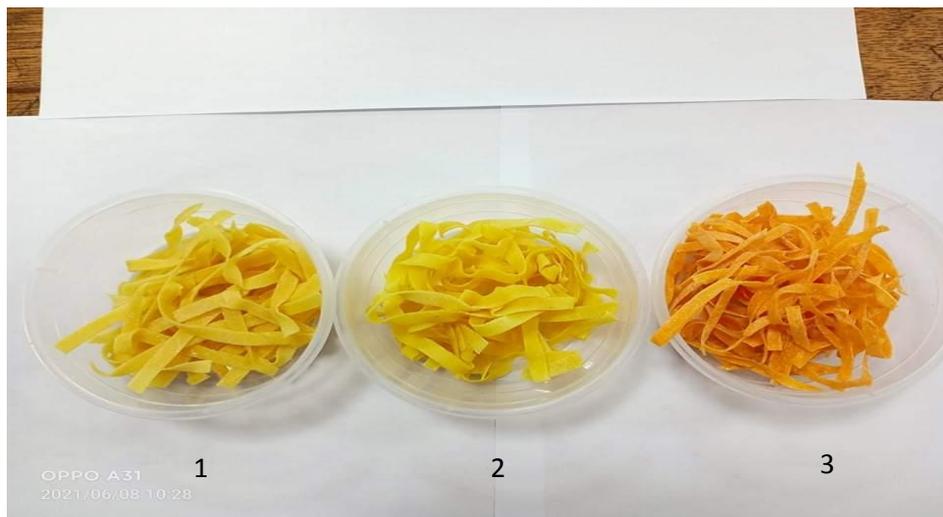


Figure 7 : Produit fini (1 : pâte témoin, 2 : pâte écorce d'orange, 3 : pâte carotte)

IV. Analyses physico-chimiques des ingrédients de fabrication et les pâtes

IV.1 Analyses chimiques

IV.1.1 Extraction des polyphénols

La méthode d'extraction doit permettre l'extraction des composés d'intérêt et doit éviter leur modification chimique, l'eau ou l'éthanol sont généralement les solvants d'extraction les plus utilisés (**Turkmen et al., 2007**), pour l'extraction, nous avons opté pour le protocole décrit par (**Mahmoudi et al., 2013**), en y apportant quelques modifications : 1 g de pate est macéré à température ambiante (25 °C), pendant 24 h dans 20 ml d'éthanol à 70 %. Après filtration sur un papier filtre, les extraits sont préservés à froid et à l'abri de la lumière pour des analyses ultérieurs. Pour le jus d'écorce d'orange et le jus de carotte l'extraction est faite par l'eau.

IV.1.2 Dosage des polyphénols par la méthode de Folin ciocalteu

Selon (**Li et al., 2007**), Le contenu en polyphénols totaux a été estimé par la méthode de Folin-Ciocalteu et les résultats sont exprimés par l'équivalent d'acide gallique par gramme de poids sec, le dosage des polyphénols est effectué selon la figure 8.

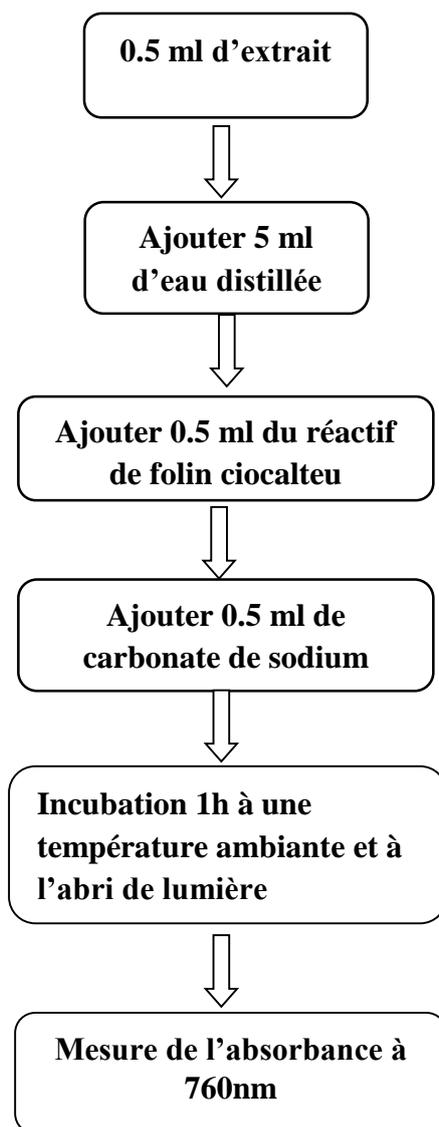


Figure 8 : Diagramme de dosage des polyphénols (Li et al., 2007).

La courbe d'étalonnage ($Y=a x+ b$) obtenue avec acide gallique à différentes concentrations pratiquée dans les mêmes conditions opératoires que les échantillons servent à la quantification des polyphénols.

IV.1.3 Détermination de la teneur en flavonoïdes

Selon **Bahorunet al., (1996)**, L'estimation de la teneur en flavonoïdes totaux contenus dans les extraits de la pâte, écorce et carotte est réalisée suivant le principe suivant :

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. Ils forment des complexes jaunâtres par chélation des métaux (fer et aluminium). Ceci traduit le fait que le métal (Al) perd deux électrons pour s'unir à deux

atomes d'oxygène de la molécule phénolique agissant comme donneur d'électrons, le mode opératoire est résumé dans le diagramme ci-dessous (figure 9).

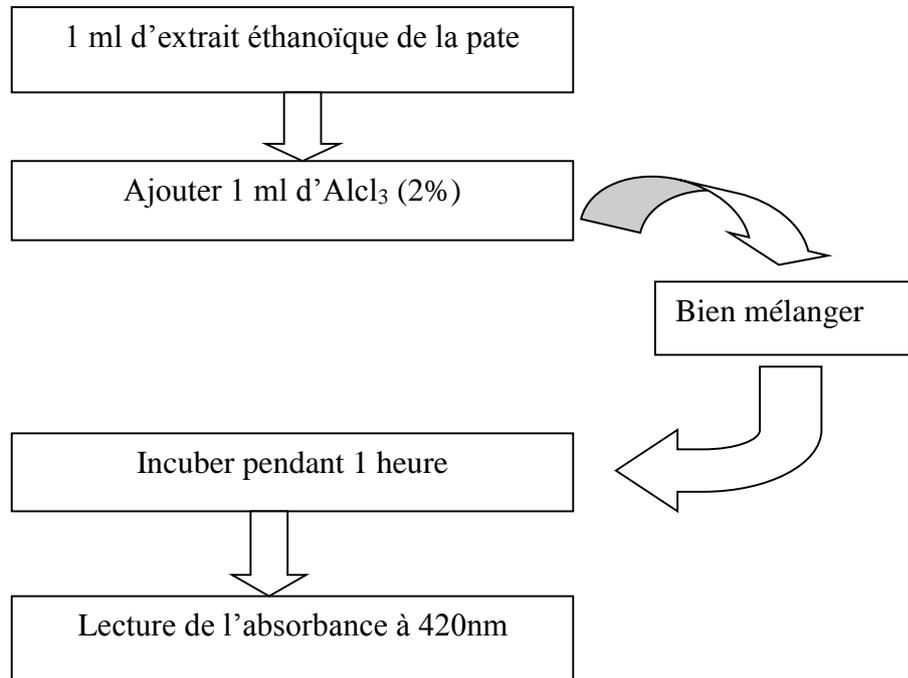


Figure 9. Organigramme représentant le dosage des flavonoïdes dans l'extrait de pâte (Bahorun al., 1996).

La courbe d'étalonnage ($Y=a x+ b$) obtenue avec la quercétine à différentes concentrations pratiquée dans les mêmes conditions opératoires que les échantillons servira à la quantification des flavonoïdes.

IV.1.4 Caroténoïdes

1g de pâte est homogénéisé avec 10 ml du solvant d'extraction hexane/acétone/éthanol (v/v : 2 :1 :1), et centrifugé pendant 5mn à 6500tr /mn à 5°C. La couche supérieure est récupérée, puis transférée dans une fiole et le volume est ajusté à 5ml avec le solvant d'extraction.

La teneur en caroténoïdes totaux est déterminée par la mesure de l'absorbance à 450 nm, et les résultats sont exprimés en µg par gramme de produit (Lee, 2001).

Le jus d'écorce et le jus de carotte sont utilisés directement pour la quantification des caroténoïdes.

Les valeurs sont calculées selon l'équation suivante :

$$C (\mu\text{g}) = \frac{\text{Abs}_{450} * f * d * 10^6 * V}{3450 * 100 * P}$$

Avec :

Fd : le facteur de dilution.

V : le volume d'extraction ;

3450 : le coefficient d'extinction de l'hexane.

P : le poids de la prise d'essai.

IV.1.5 Activité antioxydante

- **Principe**

Le 1,1-Diphényl-2-picryl-hydrazyl (DPPH) est un radical relativement stable qui se présente sous forme d'un solide cristallisé, paramagnétique (à cause de l'électron libre) qui se dissout dans les solvants organiques.

Le principe de cette méthode est basé sur le changement de couleur de DPPH du violet au jaune, cette modification est la conséquence de la capacité de réduction des antioxydants envers le radical DPPH stable (en présence des piègeurs de radicaux libres).

Le DPPH (2,2Diphenyl 1 picrylhydrazyl) de couleur violette est réduit en 2,2 Diphenyl 1 picryl hydrazine de couleur jaune mesurable à 517nm (**Hinneburg et al., 2006**).

Selon (**Molyneux 2004**), Deux millilitres de la solution éthanolique de DPPH (0,04%) sont ajoutés à 50 µl de la solution d'extraits et du standard, le mélange est agité puis les tubes sont incubés à température ambiante et à l'obscurité pendant 30 minutes, Le blanc est représenté par l'éthanol, le témoin est composé de 2 ml de la solution éthanolique de DPPH. Les lectures sont effectuées à 517 nm.

L'activité antioxydante est définie par l'indice de réduction de l'activité anti radicalaire exprimé en pourcentage % du RAA, où l'absorbance du mélange réactionnel qui contient le radical libre et l'échantillon de l'antioxydant est reliée avec l'absorbance du mélange exempt d'antioxydant (solution témoin ou contrôle), selon l'équation décrite par (**Talbi et al., 2015**).

$$\%RAA = (Abs\ contrôle - Abs\ échantillon) / Abs\ contrôle \times 100$$

Où : « Abs » est l'absorbance des échantillons à 517 nm.

Les résultats sont définis par la moyenne des mesures \pm écart type. Etant donné que l'indice de réduction relative (% RAA) indique seulement la capacité de l'échantillon à une concentration fixée de réduire ou non les radicaux, (**Samarath et al., 2008**).

IV.1.6 Détermination du pH (NF V 05-108, 1970)

- **Principe et mode opératoire**

Détermination en unité de pH de la différence de potentiel existant entre deux électrodes en verre plongées dans une solution aqueuse de pâte,

On met dans un bécher 10g de chaque échantillon (pâtes à base de jus d'écorces, à base de jus de carotte, et à base de l'eau) et y ajouter trois fois son volume d'eau distillée, après une agitation de 15 min, on filtre.

La détermination du pH par le pH-mètre électronique en prenant soins que l'électrode soit complètement immergée dans la solution.

IV.1.7 Détermination la teneur d'eau (NF T 60-305, Juin 1976)

- **Principe et mode opératoire**

La teneur en eau a été déterminée par dessiccation de 1g de chaque échantillon dans une capsule en porcelaine puis séchée dans une étuve, à une température de 103°C.

Avant de commencer, on sèche les capsules vides à l'étuve durant 15 mn à 103°C ; et les mettre à refroidir dans un dessiccateur ; en utilisant une balance (KERN 440-35N), on Pèse dans chaque capsule 1 g d'échantillon et les place à l'étuve à 103°C pendant 1 heure et les place dans un dessiccateur et on note le poids après refroidissement, L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

- **Expression des résultats**

La teneur en eau est déterminée selon la formule suivante :

$$H(\%) = (M_1 - M_2) / P \cdot 100$$

Soit :

H % : Humidité.

M₁ : Masse de la capsule + matière fraîche avant séchage en g.

M₂ : Masse de l'ensemble après séchage en g.

P : Masse de la prise d'essai en g.

$$\text{Matière sèche} = 100 - H\%$$

IV.1.8 Taux de cendre

Selon **Le Journal Officiel N°35/2013**, le taux de cendre (TC) est la matière minérale présente dans le produit obtenu après incinération à 900 C°.

On met dans un creuset 5g de pâte de tel manière que la matière pesée se répartie en une couche d'épaisseur uniforme sans la tasser, l'introduire à l'intérieur du four à 900°C

pendant 3h, jusqu'à la disparition des particules charbonneuses et laisser les creusets dans le four jusqu'à refroidissement, puis peser chaque creuset.

Le taux de cendre, en fraction massique par rapport à la matière sèche exprimé en pourcentage, est donné par l'équation suivante :

$$\text{MO (\%)} = (M_1 - M_2 / P) \cdot 100$$

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) est calculée comme suit :

$$\text{Cd} = 100 - \text{MO \%}$$

IV.1.9 Détermination de l'acidité titrable (NF V 05-101, 1974)

Titration de l'acidité d'une solution aqueuse de la pâte avec une solution d'hydroxyde de sodium, selon le mode opératoire suivant :

5g de chaque pâte placés dans une fiole conique avec 50 ml d'eau distillée chaude récemment bouillie et refroidie, puis mélanger jusqu'à l'obtention d'un liquide homogène, on chauffe le contenu au bain-marie pendant 30 mn, après refroidissement du mélange, on transvase le contenu dans une fiole jaugée de 250 ml et la compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée récemment bouillie et refroidie, bien mélanger puis filtrer, 25 ml du filtrat est prélevé et versé dans un bécher, 2 gouttes de phénol phtaléine sont ajoutées et on titre avec une solution d'hydroxyde de sodium à 0.1N jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante (virage de couleur).

- **Expression des résultats**

L'acidité titrable est exprimée selon la formule suivante :

$$\text{A(\%)} = (250 \cdot V_1 \cdot 100 / V_0 \cdot M \cdot 10) \cdot 0.07 = 175 \cdot V_1 / V_0 \cdot M$$

Soit :

M : Masse, en grammes de produit prélevé.

V₀ : Volume en millilitres de la prise d'essai.

V₁ : Volume en millilitres de la solution d'hydroxyde de sodium à 0.1 N utilisé.

0.07: le facteur de conversion de l'acidité titrable en équivalent d'acide citrique

IV.1.10 Détermination de la teneur en lipides (NF EN ISO 734-1, 2000)

Les corps gras sont les substances organiques qui peuvent être extraites à partir des fruits et végétaux par des solvants organiques non polaires au moyen de l'appareil de soxhlet.

L'extraction par soxhlet se fait avec des solvants organiques à pression atmosphérique, pour une dissolution sélective des corps gras contenus dans la matrice solide. (**Cardenas-Toro et al., 2015**).

Après Séchage du ballon de 250 ml à l'étuve à 105°C pendant une heure et refroidissement au dessiccateur pendant 30 mn, on pèse le ballon à la précision de 0.001g.

Environ 10g de pâte est introduite dans la cartouche l'intérieur de l'appareil Soxhlet, et on verse 150 ml hexane dans le ballon, puis on chauffe le ballon pendant 4h jusqu'à l'épuisement de la matière grasses.

Après élimination du solvant du ballon par distillation, on sèche le résidu du ballon à l'air libre, et on le pèse avec l'huile.

La teneur en matière grasse est exprimée par la formule suivante :

$$\text{MG}(\%) = (P_2 - P_1) / P_3 \cdot 100$$

Soit :

P₁ : Poids du ballon vide (g).

P₂ : Poids du ballon avec l'huile extraite (g).

P₃ : Poids de la prise d'essai (g).

IV.2 Analyses physiques

IV.2.1 Gerçures

Se traduit par l'apparition de fêlures dans des pâtes sèches, d'où un aspect déplaisant, une faible résistance à l'emballage et une qualité culinaire insuffisante. Elle se produit sous l'effet de tensions internes qui se manifestent lors d'un séchage défectueux. La connaissance

des seuls paramètres du séchage (humidité, température de l'air) ne suffit cependant pas à prédire avec certitude l'apparition de gerçures ; qui constituent, aujourd'hui encore, un grave accident de fabrication (**Abecassis et al, 1996**).

IV.2.2 Piqûres

Ont plusieurs origines, elles peuvent être :

- **Blanches**, ou appelées aussi « points blancs » proviennent des mauvaises conditions de pastification (hydratation, malaxage, séchage).
- **Brunes**, qui sont des particules de sons non éliminées ou cours de la mouture.
- **Noires**, elles peuvent provenir de blés ergotés non éliminés au cours du nettoyage que l'on retrouve broyés dans les semoules, ou encore de grains mouchetés qui présentent à d'autres endroits que sur le germe des colorations situées entre le brun et le noir (**Abecassis et al, 1996**).

Ces deux critères sont évalués par un test de dégustation.

IV.2.3 Indice de coloration

La mesure de la coloration de la semoule est d'un intérêt surtout commerciale. Elle est considérablement influencée par les blés mis en œuvre (teneur en pigments caroténoïdes et en lipoxygénases) et les conditions de mouture (**Lefkir et al, 2005**), son principe repose sur l'analyse de l'énergie lumineuse réfléchiée par un échantillon de pâte alimentaire de granulométries homogène. A l'aide d'un spectrocolorimètre CM 330D avec un système CIE Lab 76 et écart CMC, muni d'une échelle colorimétrique avec illuminant D65, et observateur 10° dans les conditions retenues par Commission Internationale de l'Eclairage (CIE), dont les coordonnées colorimétriques sont :

L : la clarté.

H : intensité de la teinte

C* : chroma

a* (**a+ / a-**) : pour le rouge et le vert.

b* (**b+ / b-**) : pour le jaune et le bleu.

Ces paramètres sont représentés dans la figure N°10.

Les coordonnées L^* , a^* , b^* d'une couleur sont calculées à partir de ses composantes X, Y, Z.

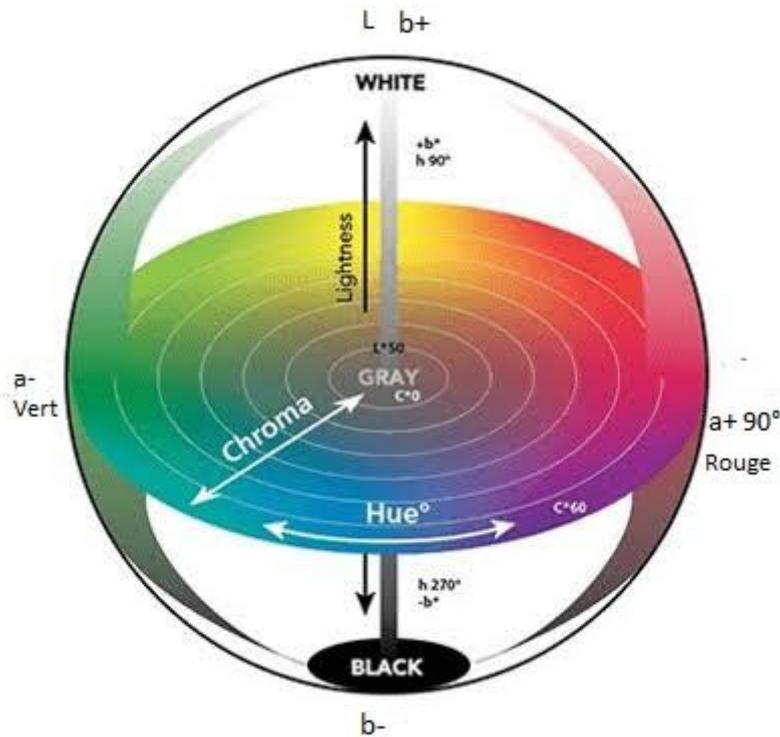


Figure 10 : Colorimétrie l'espace couleurs (products.ppc.eu/fr, 2021)

IV.3 Analyses technologiques

IV.3.1 Qualité culinaire

La cuisson des pâtes alimentaires consiste à gélatiniser l'amidon et le rendre digestible, à modifier la texture. Le comportement des pâtes au cours de la cuisson peut être différent d'un produit à l'autre, elle regroupe les caractéristiques suivantes : temps de cuisson, absorption d'eau pendant la cuisson, texture de produits cuits (fermeté, élasticité), état de surface, arôme et goût (Abecassis et al., 1996).

IV.3.2 Temps de cuisson

C'est le temps nécessaire pour donner à la pâte cuite la texture recherchée et le temps au-delà duquel les produits commencent à se désintégrer dans l'eau de cuisson (Abecassis et al., 1996).

Selon Petitot et al., (2010), Le temps de cuisson des pâtes est déterminé selon la méthode AACC (66-50) pour chacune des pâtes dans l'eau bouillante déminéralisée et salée (7 g/L), en raison de 2 L/ 100 gr, Le temps de cuisson correspond au temps nécessaire à la disparition de la ligne blanche lors de l'écrasement de la pâte entre deux plaques signifiant que l'amidon est gélatinisé.

Le temps de cuisson optimal est déterminé par un test d'écrasement des pâtes entre deux feuilles en verre, chaque 1 mn, on prélève un brin de pâte pour évaluer la cuisson, dans une cuisson insuffisante, il y a apparition d'une zone centrale blanche qui disparaît totalement dans des pâtes trop cuites.

IV.3.3 Pertes à la cuisson (PC)

Selon **fradique et al., (2010)**, les pertes à la cuisson sont déterminées par évaporation de 25 ml d'eau de cuisson de chaque échantillon dans un étuve ventilé à 103° C jusqu'à un poids constant, La perte à la cuisson est exprimée en g par 100g de la matière sèche, selon la formule suivante :

$$\text{Pertes à la cuisson} = \frac{\text{Poids des résidus des eaux de cuisson séchés}}{\text{Poids des pâtes crues}} * 100$$

IV.3.4 Gonflement (capacité d'absorption d'eau)

Selon **Petitot et al., 2010** Il est déterminé par la mesure de poids des pâtes avant et après cuisson; et il rend compte de l'aptitude de la pâte à absorber l'eau au cours de la cuisson, il est calculé comme suit :

$$G (\% \text{ ms}) = \frac{P - PS}{PS}$$

G : Gonflement ou Capacité de fixation d'eau.

P : Poids des pâtes cuites (g).

PS : Poids des pâtes sèches (g).

IV.3.5 Texture des pâtes cuites et état de surface

La texture des pâtes cuites rend compte de la fermeté et de la masticabilité après cuisson. On peut la déterminer par des mesures rhéologiques (fermeté, viscoélasticité), et par manque de moyen et absence de possibilité de réaliser ces tests au niveau des unités de production suite à la pandémie corona virus, on a procédé à une évaluation visuelle en réalisant un test d'écrasement d'une quantité de pâte cuite entre les doigts, en notant la délitescence et le degré de collant de ces pâtes (**Cassan D., 2015**).

V. Appréciation sensorielle des pâtes

C'est l'Ensemble de méthodes permettant de mesurer les perceptions sensorielles : vue, ouïe, odorat, goût, touché, elle est Fondée sur trois niveaux métrologiques : percevoir, identifier, discerner (**Cassan D., 2015**).

Selon **Graille et al., (1993)**, cette évaluation s'effectue sur les pâtes cuites 7 mn à l'eau bouillante salée à raison de 10 g de NaCl pour 1.5 l d'eau. L'ensemble des principales propriétés organoleptiques des échantillons (A, B) par rapport à une pâte témoin C, a été évalué selon un test de dégustation par un groupe de 50 personnes, les échantillons sont placés dans un ordre aléatoire : pâte A (Avec de l'eau), pâte B (pâte avec jus de carotte) et pâte C (pâte avec jus d'écorce d'orange).

V.1 Déroulement de l'essai

On réalise un test de dégustation au niveau du département SNV de Bouira, le jury est constitué des 40 étudiants de contrôle qualité et agroalimentaire et des ingénieurs de laboratoire, ce test passe par un examen visuel pour apprécier la qualité des échantillons avant cuisson et évaluer la couleur, état de surface (gerçures et piqûres), puis un examen olfactif et gustatif des pâtes cuites.

On utilise des tests analytiques qui permet de mesurer l'impact sensoriel d'un produit c'est-à-dire son action sur chaque récepteur sensoriel stimulé : la vision, l'odeur, le goût, la texture.... (**Laco-analyse-sensorielle.com, 2021**).

Une fiche fournie à chaque étudiant (Annexe).

V.2 Fiche d'évaluation sensorielle

Le test de dégustation est conçu pour mesurer le degré d'appréciation d'un produit, On se sert d'échelles de catégories allant de «aime beaucoup» à «n'aime pas du tout» en passant par «neutre» avec un nombre variable de catégories intermédiaires. Les dégustateurs choisissent pour chaque échantillon, la catégorie qui correspond à leur degré d'appréciation (**Watts et al, 1991**). Selon les notions présentes dans la figure 24 (annexes).

Les analyses statistiques ont été réalisées par le logiciel Microsoft Office Excel 2013.

I. Détermination de la composition en éléments bioactifs

I.1 Dosage des polyphénols par la méthode de Folin ciocalteu

De nombreux travaux sont focalisés sur les polyphénols des agrumes, en raison de l'activité anti-oxydante bénéfique pour la santé humaine.

La teneur en composés phénoliques dans les différents échantillons, exprimée en milligrammes équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS). Elle est estimée grâce à une courbe d'étalonnage, réalisée avec un standard de référence « l'acide gallique » à différentes concentrations (WONG *et al.* 2007).

Les valeurs des absorbances de la gamme d'étalonnage de l'acide gallique sont rapportées dans la Figure 11.

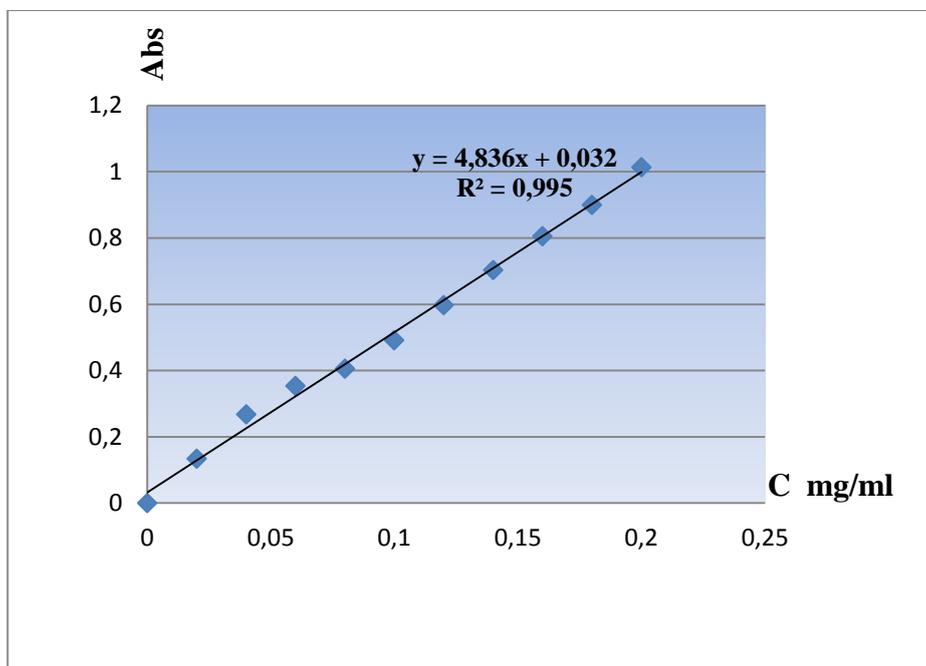


Figure 11 : Courbe d'étalonnage des polyphénols (l'acide gallique).

Les résultats (moyenne \pm SD) obtenus pour le dosage des PPT, en utilisant l'équation de la courbe d'étalonnage ($y = 4.836x + 0.032$ et $R^2 = 0.995$).

La courbe d'étalonnage de l'acide gallique, prouve que la relation entre l'absorbance et la concentration est proportionnelle, donc la loi de beer lambert est vérifiée dans la gamme de concentration utilisée.

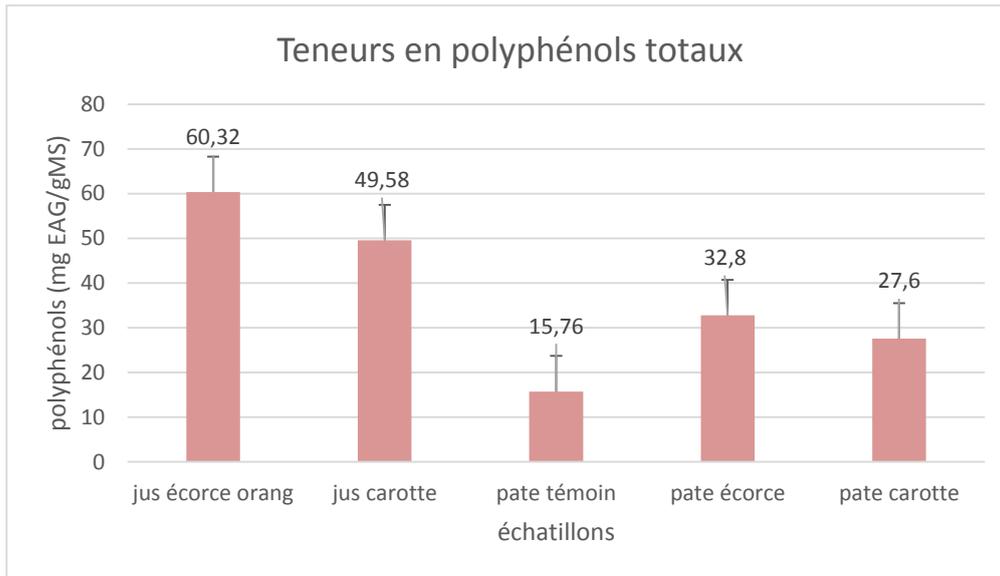


Figure 12 : Teneur en polyphénols des différents échantillons.

Le dosage des composés phénoliques totaux montre que le jus d'écorce d'orange et le jus de carotte contient respectivement 60.32 ± 0.001 mg EAG/g MS, 49.58 ± 0.001 mg EAG/g MS, par contre la pâte témoin présente la valeur la plus faible (15.76 ± 0.006 mg EAG/g MS) suivi par les pâtes avec le jus d'écorce d'orange et les pâtes avec le jus de carotte qui contiennent respectivement (32.8 ± 0.010 mg EAG/g MS, 27.6 ± 0.012 mg EAG/g MS) voir le figure N°12.

L'efficacité de l'extraction est directement liée à la compatibilité entre les composés phénoliques et les solvants utilisés, ainsi lorsque la polarité des composés est adaptée avec celle du solvant, ils sont facilement extraits.

Les écorces d'agrumes sont très riches en composés phénoliques, comme les acides phénoliques et les flavonoïdes. La peau d'agrumes est plus riche en flavonoïdes (**Omoba et al., 2015 ; Castro-Vazquez, 2016 ; Mojzer et al., 2016**).

La teneur en polyphénols peut être influencée par la méthode d'extraction, la nature du solvant, et le temps (**Mojzer et al., 2016**).

La teneur en polyphénols dans le jus de carotte est inférieure à celle trouvée par **Noui (2018)** qui est de 119 mg EAG/ g MS pour les carottes, ce qui peut être dû à la variété utilisée, la méthode d'extraction, le solvant utilisé, Selon **Magda et al., (2008), Goulas et al., (2012)**, Les écorces d'agrumes sont aussi riches en composés phénoliques ($0.67-19.62$ mg/g ms), donc la valeur trouvée pour notre jus d'écorce est supérieure à celle de la littérature, cette variation est en fonction des variétés, les modes culturels, le mode

d'extraction, maturité du fruit, le climat, la variété choisies,....

Selon **M'hiri N. (2015)**, les écorces de l'orange maltaise sont aussi riches en ingrédients fonctionnels comme les polyphénols totaux avec une teneur de 19.68 ± 0.002 mg/ g MS, cette valeur est inférieure à nos résultats.

Selon **Cheroual B. et al., (2019)**, le jus de carotte contient une concentration en composés phénoliques égale à 19.76 ± 0.06 mg EAG/100 mg, cette valeur est inférieure à notre résultat.

I.2 Détermination de la teneur en flavonoïdes

L'orange contient des composés poly-phénoliques qui regroupent les flavonoïdes et plus précisément des flavanones, des flavones glycosylés et polyméthoxylés. (**Maltrud et al., 2000**),

Les teneurs en flavonoïdes de l'extrait ont été déterminées à partir de la courbe d'étalonnage $Y = 14.032X - 0.0283$ avec $R^2 = 0.9915$ tracée en utilisant la quercétine comme standard. Les valeurs des absorbances de la gamme d'étalonnage en fonction de la concentration de la quercétine sont rapportées dans la figure 13.

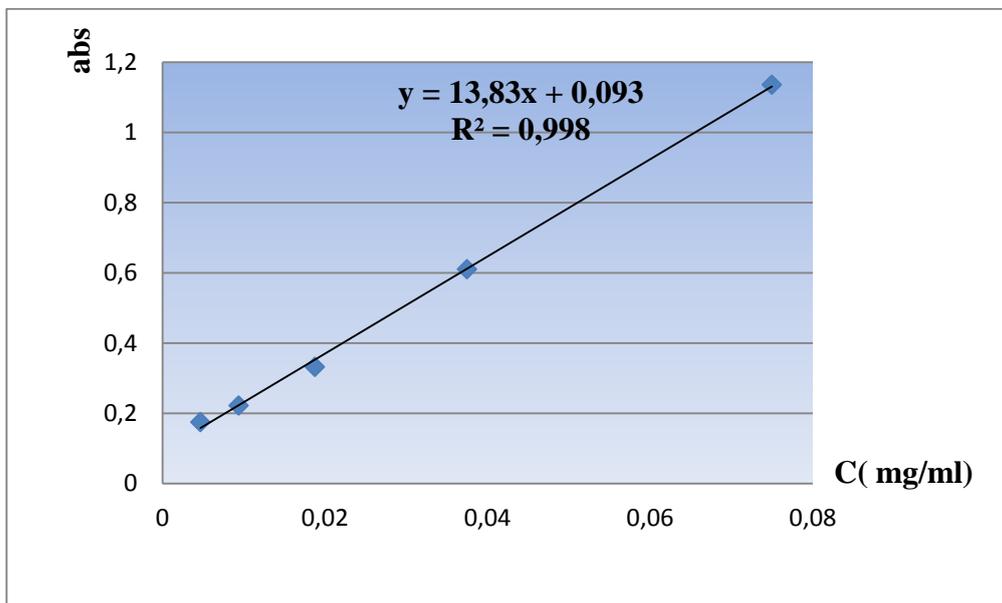


Figure 13: Courbe d'étalonnage des flavonoïdes (quercétine)

Les flavonoïdes sont des pigments quasiment universels dans les végétaux, ils sont responsables de la coloration des fruits et des fleurs. Quand ils ne sont pas directement visibles, ils contribuent à la coloration par le rôle de co-pigments (**Talbi, 2015**).

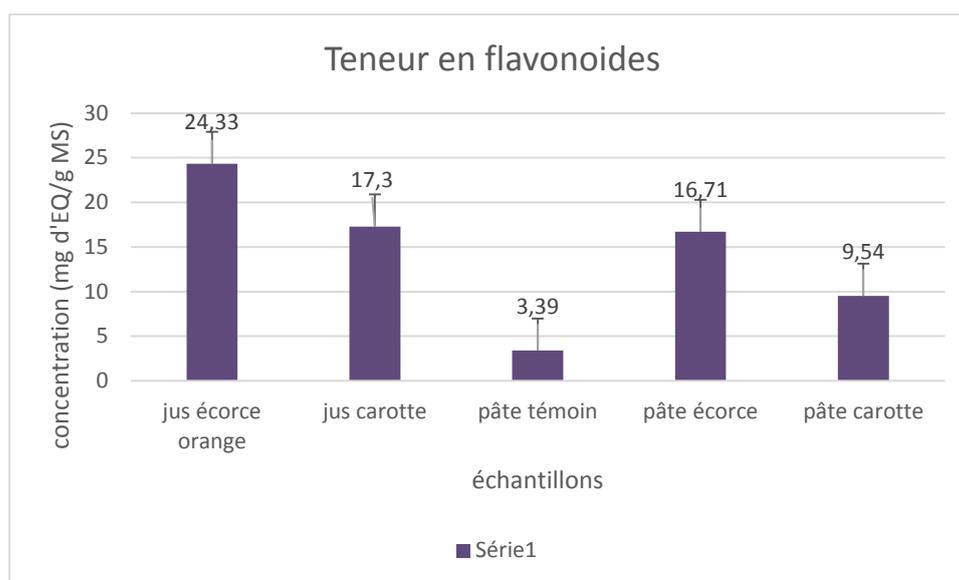


Figure 14 : Teneur en flavonoïdes des différents échantillons.

Les jus analysés présentent des teneurs en flavonoïdes entre 24.33 ± 0.1 mg EQ/g et 17.30 ± 0.09 mg EQ/g pour le jus d'écorce d'orange et jus de carotte respectivement. Concernant les teneurs en flavonoïdes dans les pâtes, on a trouvé une faible teneur dans la pâte témoin avec une valeur de 3.39 ± 0.1 mg d'AG/g, et une valeur de 16.71 ± 0.1 et 9.54 ± 0.09 mg EQ/g MS successivement pour la pâte avec le jus d'écorce et le jus de carotte.

Selon **Noui (2018)**, les carottes ont une teneur en flavonoïdes égale à 65.87 ± 0.83 mg EQ/g MS, une valeur qui est nettement supérieure à celle trouvée dans notre étude. Contrairement aux résultats de **Cheroual B. et al., (2019)** qui ont signalé que le jus de carotte a montré une faible teneur en flavonoïdes qui est a de l'ordre de 3.86 ± 0.027 mg EQ/g. Selon **Belmehdi T., (2018)**, l'écorce d'orange contient une teneur en flavonoïdes de $0.568 \pm 0,47$ mg EQ/g MS, cette valeur est inférieur à celle observée dans notre jus.

M'hiri N. (2015) trouve que les écorces de l'orange maltaise présentent une teneur de 10.12 ± 0.002 mg/ g MS, cette valeur est inférieur aux résultats trouvés.

I.3 Caroténoïdes

L'orange constitue une source alimentaire riche en composés bioactifs. En plus de la vitamine C et E, La couleur des écorces et de la pulpe des oranges matures est due aux pigments dit caroténoïdes, qui sont des pigments synthétisés par les plantes dans le but de les protéger avec leurs propriétés antioxydantes (**Boubkri, 2014**), et leurs abondances fait

une source importante des nutriments alimentaires (Sharma et al., 2017), en parallèle les carottes sont de puissants antioxydants qui sont très riche en caroténoïdes .

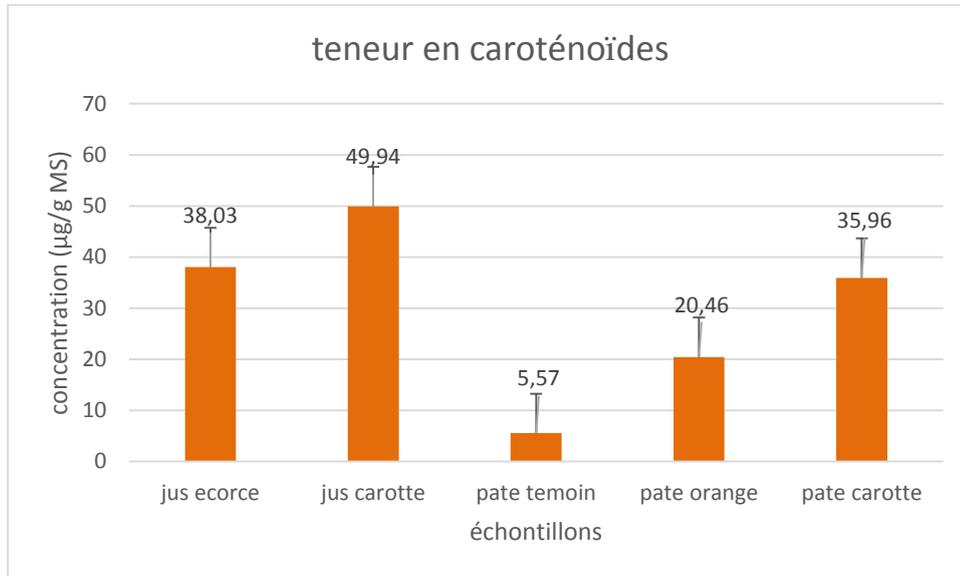


Figure 15: Teneur en caroténoïdes des échantillons

Selon la figure N°15, la caractérisation des jus incorporés indique que le jus de carotte contient $49,94 \pm 0,001 \mu\text{g/g}$ et le jus d'écorce d'orange présente une teneur de $38,03 \pm 0,002 \mu\text{g/g}$.

Les résultats trouvés pour les pâtes révèlent une amélioration de la teneur en caroténoïdes par rapport au témoin, et les valeurs passent de $5,57 \pm 0,003 \mu\text{g/g}$ pour la pâte témoin à $35,96 \pm 0,004 \mu\text{g/g}$ et $20,46 \mu\text{g/g} \pm 0,005$ successivement pour les pâtes avec le de carotte et le jus d'écorce d'orange.

les teneurs en caroténoïdes des écorces sont variables d'une variété d'agrumes à une autre (orange, mandarine, citron, pamplemousse), le pamplemousse contient $0,96 \mu\text{g/g MS}$ alors que la mandarine en contient $69,2 \mu\text{g/g MS}$ et $50,30 \mu\text{g/g MS}$ pour l'orange (Wang et al., 2008). En prenant l'exemple de l'orange, cette teneur est légèrement supérieure à la valeur trouvée dans le jus.

Belmehdi T., (2018), trouve que la teneur en caroténoïdes des écorces d'orange est de $107,9 \pm 0,06 \text{ mg}$ équivalent de β -Carotène /g MS, qui est une teneur plus élevée comparé à notre résultat.

Les caroténoïdes totaux contenus dans la partie comestible des racines de la carotte vont de 60 à $548 \mu\text{g/g}$. Les caroténoïdes sont des précurseurs de la vitamine A (Héctor et al., 2015),

Selon **Cheroual B. et al., (2019)**, la concentration des caroténoïdes dans le jus de carotte est égale à $10,50 \pm 20\mu\text{g/g}$, cette valeur est inférieure à la valeur trouvée dans le jus utilisé.

I.4 Activité antioxydante

L'activité antioxydante d'un composé correspond à sa capacité de résister à l'oxydation. Les antioxydants les plus connus sont la β -carotène (provitamine A), l'acide ascorbique (vitamine C), le tocophérol (vitamine E) ainsi que les composés phénoliques.

En effet, la plupart des antioxydants de synthèse ou d'origine naturelle possèdent des groupes hydroxyphénoliques dans leurs structures et les propriétés antioxydantes sont attribuées en partie, à la capacité de ces composés naturels à piéger les radicaux libres tels que les radicaux hydroxyles ($\text{OH}\cdot$) et super oxydes ($\text{O}_2\cdot$) (**Popovici et al., 2010**).

La méthode de piégeage de radicale DPPH est une méthode simple, rapide et largement utilisée. L'activité antioxydante se manifeste via le changement de la couleur de $\text{DPPH}\cdot$ entre l'état oxydé (forme violette) et l'état réduit (forme jaune), ce qui permet de quantifier le pourcentage d'inhibition de ce radical en mesurant l'absorbance.

Le Pourcentage de piégeage du radical DPPH par les extraits de Jus et pâtes alimentaires sont indiqués dans le tableau 8.

Tableau 8 : Pourcentage de piégeage du radical DPPH.

Échantillons	% AAR
Jus d'écorce d'orange	$63,91 \pm 0.87$
Jus de carotte	$59,96 \pm 0.73$
Pate témoin	$18,54 \pm 0.15$
Pate écorce	$47,26 \pm 0.73$
Pate carotte	$45,72 \pm 0.73$

Selon les résultats trouvés, les jus ajoutés ont des pourcentages de piégeage du radical DPPH de $63.91\% \pm 0.87$ pour le jus d'écorce et $59,96\% \pm 0.73$ pour jus de carotte.

La pâte témoin est dotée d'un pourcentage de piégeage le plus faible (18.54%), et un pourcentage de $47.26\% \pm 0.73$ pour la pâte avec le jus d'écorce et $45.72\% \pm 0.73$ pour la pâte avec le jus de carotte, ce qui indique une amélioration de l'activité antioxydante due à un enrichissement efficace en éléments bioactifs.

L'activité antioxydante des composés phénoliques est en rapport avec leur structure,

car les groupements hydroxyles jouent un rôle fondamental dans la neutralisation des radicaux libres. Les agrumes sont connus comme une source importante en acide ascorbique (Adrar S. et al., 2006).

La présence des polyphénols, flavonoïdes et d'autres composés antioxydants dans nos pâtes alimentaires enrichies, augmente le pourcentage de piégeage de radical DPPH.

Cheroual B., et al. (2019), trouve que le pourcentage d'inhibition pour le jus de carotte est entre $47,69 \pm 0,099\%$ et $56,58 \pm 0,094\%$, cette valeur est inférieure à celle trouvée, cette variation en fonction de plusieurs facteurs : la variété, le solvant d'extraction, la méthode utilisée, et d'autres facteurs....

Des études réalisées par **Tounsi et al., (2010)** sur l'orange amer et sanguine, ont montré que la capacité antiradicalaire est de 96.1% et 90.21% respectivement, valeurs supérieures à nos résultats.

L'extraction par solvant est un facteur primordial qui affecte l'extraction des composés phénoliques et l'activité antioxydante. L'activité antioxydante dépend du solvant, en raison du potentiel antioxydant différent des composés de polarités différentes (Asséfa, 2016), ainsi que la variété, le temps d'extraction, la méthode utilisée, la température.

II. Caractéristiques physico-chimiques des pâtes alimentaires

Les teneurs moyennes d'humidité, matière sèche, matière organique, les cendres, pH, et acidité titrable sont exprimées dans le tableau 9.

Tableau 9: Résultats des analyses des pâtes

Echantillon / Paramètres	Pate témoin	Pate jus d'écorce d'orange	Pate jus de carotte
Humidité (%)	$7,5 \pm 0,707$	$7 \pm 1,41$	$6,5 \pm 0,707$
Matière sèche (%)	$92,5 \pm 0,707$	$93 \pm 1,41$	$93,5 \pm 0,707$
Matière organique (%)	$99,05 \pm 0,71$	$98,7 \pm 0,141$	$98,3 \pm 0,141$
Cendres (%)	$0,95 \pm 0,0707$	$1,3 \pm 0,1414$	$1,7 \pm 0,1414$
Ph	$6,39 \pm 0,035$	$6,35 \pm 0,093$	$6,29 \pm 0,108$
L'acidité (%)	$0,7 \pm 0,1$	$0,93 \pm 0,4$	$1,63 \pm 0,4$

II.1 Teneur en eau

Les résultats obtenus montrent que ces valeurs ne dépassent pas la valeur donnée par **(Carini et al., 2014)** qui déclare une valeur de 12,5 % dans le cas des pâtes alimentaires, et selon le **Département fédéral de l'intérieur (2015)**, la teneur en eau des pâtes sèches de toutes sortes ne peut dépasser 13 % masse.

D'après **Dubois (1996)**, la teneur en eau est d'une importance capitale dans la conservation des pâtes alimentaires, elle dépend principalement des conditions de déroulement de séchage.

Des teneurs en eau des pâtes alimentaires sèches doivent être inférieures à 12.5% à la fin du séchage, une humidité au-dessus de laquelle elles peuvent être conservées sans risque d'altération par les microorganismes et les moisissures **(Kent et al., 1994)**.

Selon **JORA (2007)**, la teneur en eau des pâtes alimentaires est inférieure à 14.5 % .

Selon **Atalla et al.,(2003)**, une humidité supérieure à 14.5% et une température élevée durant le stockage favorise le développement des champignons.

Selon le **Département fédéral de l'intérieur (2015)**, la teneur en eau des pâtes sèches, ne peut dépasser 13%, donc les valeurs trouvées sont conformes aux normes

L'humidité engendre des fermentations et développement des moisissures responsables des modifications organoleptiques (odeur et gout moisi) **(Belyagoubi, 2006)**, en se basant sur les données de la littérature, les pâtes obtenues peuvent être stockées sans risque d'altération lié à ce paramètre.

II.2 Teneur en cendres

Représente la quantité totale de matières minérales présentes dans un échantillon (exprimé en pourcentage par rapport à la matière sèche). **(Feuillet, 2000)**.

Le taux des sels minéraux des pâtes est en fonction de degré de minéralisation du grain, mais surtout du taux d'extraction mis en œuvre et des paramètres de conditionnement **(Bourdeau, 1992)**.

Selon **Ibanez D., (2015)**, le taux de cendres des pâtes ne doit pas dépasser 1.3% jusqu'à 10%. Dans notre cas, les teneurs en cendres sont estimées à 0.95% pour le témoin et 1.7%, 1.3% respectivement pour la pâte avec le jus d'écorce et le jus de carotte. Ce qui est conforme aux normes.

On remarque une augmentation progressive de la teneur en cendre par rapport au témoin qui est causé par l'incorporation de jus de carotte et jus d'écorce d'orange.

Selon **Bouhadi et al., (2016)**, les écorces d'orange sont riches en sels minéraux avec une valeur de 3.22%.

La teneur en cendres dans le jus de carotte est de 1.64% (**Cheroual B., 2019**), ce qui explique l'augmentation de cette teneur dans la pâte avec le jus de carotte.

II.3 Détermination de pH

La valeur du pH et l'acidité ont une influence majeure sur le goût et la durée de stockage du produit final, ils déterminent le goût, l'arôme, la consistance et donc la qualité (**Metrhom, 2021**)

Le pH des pâtes alimentaire est optimal à une valeur de 6 (proche du pHi des protéines de la pâte), conditions dans lesquelles les pâtes ont une faible dilatation et sont moins collantes quelle que soit la variété de blé y compris en sur-cuisson. A pH égale 4 et 8 la qualité est moindre et à pH égale 2 les pâtes ne gonflent pas (**Ben dhaou, 2012**). Nos résultats exprimés dans le tableau 9 sont conformes, avec une légère diminution des valeurs par rapport au témoin.

Selon **M'Hiri N., (2015)**, les écorces d'orange ont un pH voisin de $5,670 \pm 0,010$, ce qui explique que la pâte préparée avec un jus d'écorce d'orange présente un pH plus faible que celui des pâtes témoin (avec de l'eau). L'abaissement du PH de 6.39 à 6.29 est dû à l'ajout d'un jus de carotte qui présente une faible acidité (4.9-5.2), (**food-info.net, 2021**). Et selon (**Zhang et al., 2016**), Le pH naturel de jus de carotte est d'environ 6,0.

Cheroual B et al., (2019), trouve que, le jus de carotte a un pH de 5,72, ce qui est conforme avec les résultats trouvés.

II.4 Acidité titrable

L'acidité des pâtes étudiées est d'ordre de $(0.7\% \pm 0.1)$ pour la pâte témoin, et de $(0,93\% \pm 0.4, 1.63\% \pm 0.4)$ respectivement pour la pâte avec le jus d'écorce et la pâte avec le jus de carotte, ces valeurs sont faibles.

Notre pate à base de jus de carotte présente une acidité plus élevé par rapport aux autres échantillons, ce qui explique que le jus de carotte est plus acide que le jus d'écorce d'orange et l'eau.

Selon le **Département fédéral de l'intérieur (2015)**, L'acidité titrable des pâtes sèches, à l'exception des pâtes aux œufs, ne peut dépasser 3.5%, donc les valeurs trouvées sont conformes aux normes.

Par ailleurs, d'après **Lavinia et al., (2012)**, il y a une corrélation entre la diminution

du pH et l'augmentation de l'acidité, ceci concorde avec les résultats trouvés. Le tableau 9.

II.5 La teneur en lipides

Selon (Feillet 2000), une faible teneur en lipides évite le rancissement et permet d'augmenter la durée de conservation du produit fini, le produit préparé présente une teneur de 0.2 % pour le témoin et 0.4%,0.6% pour la pâte avec l'écorce, et le jus de carotte.

Les lipides polaires (lipides liés) (glycolipides et phospholipides) jouent le rôle d'agents lubrifiant et tensioactif en association avec le gluten et l'amidon par des liaisons hydrogènes créées lors du pétrissage (Vierling, 2003).

Mastuo et al., (1986) et Sissons (2008), prouvent que un pourcentage de lipides non polaires a des effets sur la qualité des pâtes en terme de viscosité et la délitescence. L'élimination des lipides totaux et lipides non polaires augmentent le caractère collant des pâtes et les pertes à la cuisson (Sissons, 2008).

Selon M'hiri et al., (2016), l'augmentation de la teneur en lipide des pâtes avec le jus d'écorce d'orange par rapport au témoin peut être expliqué par la présence au niveau de l'écorce d'une quantité de lipides de 0.95g/100g . Concernant la pâte avec le jus de carotte et selon la recherche bibliographique, une teneur en lipides de 0.26 g/100 dans la carotte peut modifier la quantité de lipides présente dans les pâtes.

Selon Coulibaly et al., (2018), le jus de carotte contient des teneurs en lipides varient entre 0.79-0.84%, ces valeurs sont variables en fonction du climats, la variété, la répartition géographique,...

Selon M'hiri, (2015), les écorces d'orange contient une teneur de 1.66g/100g MS de lipides, ce qui explique l'augmentation de cette teneur par rapport aux pâtes témoins.

III. Analyses physiques

Sont déterminées par l'analyse sensorielle, ces critères détermine la qualité des pâtes :

III.1 Gerçures

Ce sont des fêlures qui apparaissent en surface et à l'intérieur de la pâte de façon instantanée pendant le séchage ou pendant le stockage. Un séchage défectueux, peut provoquer ces apparition, d'où un aspect déplaisant, une faible résistance à l'empaquetage et une qualité culinaire insuffisante (Abecassis et al., 1996).

Concernant les gerçures et d'après la figure 15, les analyses sensorielles révèlent que le taux de gerçures est de (30%) pour la pâte avec le jus de carotte et de (17.5%) par contre la pâte témoin présente un pourcentage de (27.5%).

III.2 Piqûres

D'après **FREDOT (2005)**, les piqûres blanches proviennent de mauvaises conditions de pastification (hydratation, malaxage, séchage) ; ou appelé « Points blancs ». Les piqûres brunes, ce sont des particules de son non éliminées au cours de la mouture.

Selon l'examen visuel des pâtes alimentaires représenté dans la figure 16, on remarque que les pâtes témoins présentent un pourcentage élevée de piqûres (57.5%) comparé aux pâtes avec le jus d'écorce (37,5%), et jus de carotte (45%).

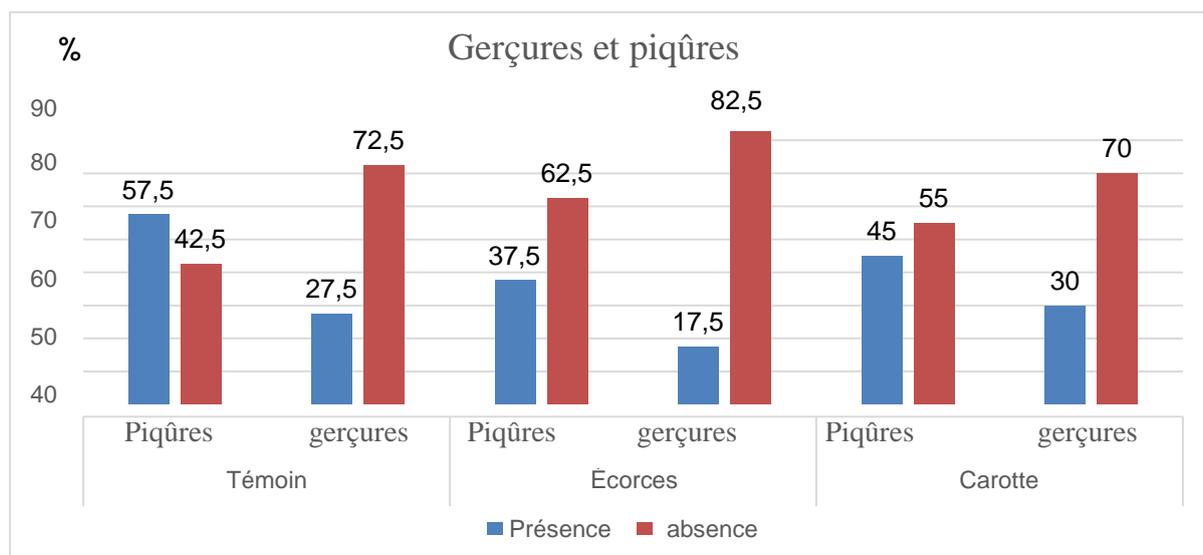


Figure 16: Pourcentage des gerçures et piqûres

III.3 Texture des pâtes cuites et état de surface

L'état de surface des produits cuits peut être simultanément ou non, collant ou délitescent. La délitescence (destruction de la structure de la pâte et évacuation de l'amidon dans l'eau de cuisson) est un défaut grave lorsqu'il apparaît dès le temps minimal de cuisson. (**Berland et al., 2005 ; Brulé et al., 2007.(Ben dhaou, 2012).**)

La texture des pâtes cuites est principalement sous la dépendance de la teneur en protéines et de la viscoélasticité du gluten. (**Abecassis et al., 1996).**)

La nature, et notamment le pH de l'eau de cuisson exercent un effet considérable sur l'aspect des pâtes cuites. Alors que la cuisson dans certaines eaux du robinet ou dans une eau minérale se traduit par un accroissement progressif de la délitescence et de l'indice collant. Le fait de cuire les pâtes dans une eau de pH= 6 (par exemple, une eau additionnée d'une cuillerée à soupe de vinaigre ou de jus de citron) prévient l'apparition du phénomène de collant, ces pâtes conservent un état de surface satisfaisant, même après sur-cuisson, quelle

que soit la variété de blé dur mise en œuvre (Autran C. J., 1996).

D'après l'analyse sensorielle qui constitue le véritable test de mesure de la qualité en tenant compte du jugement du dégustateur, les pâtes étudiées, présentent un pourcentage de collant moyen dans tous les échantillons et on remarque un pourcentage faible dans la pâte avec le jus de carotte.figure18

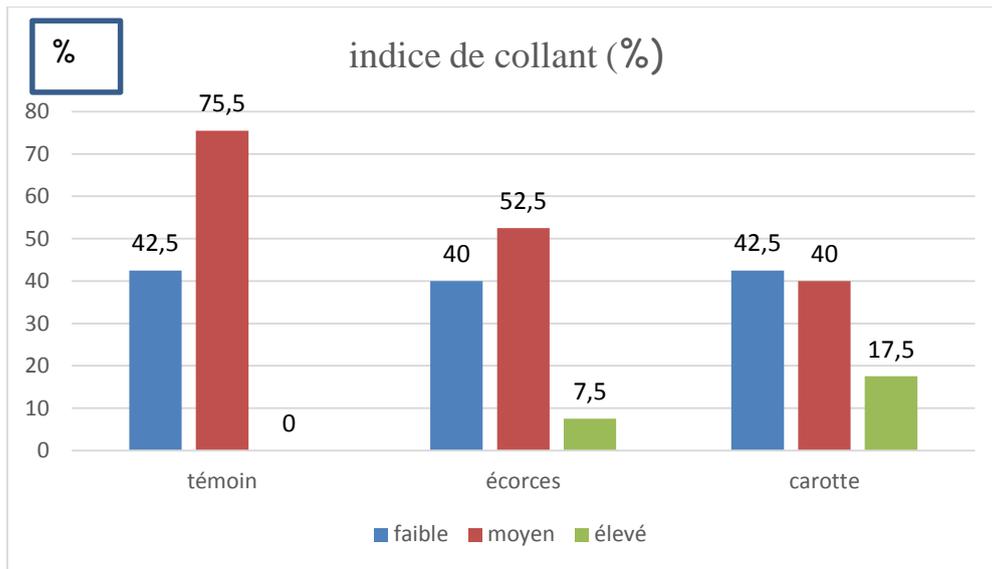


Figure 17 : Résultats de test de dégustation (indice collant)

III.4 Fermeté

Selon la figure 18, les trois échantillons sont fermes avec un pourcentage de plus de 50% avec moins de 10% pour le caractère dur.

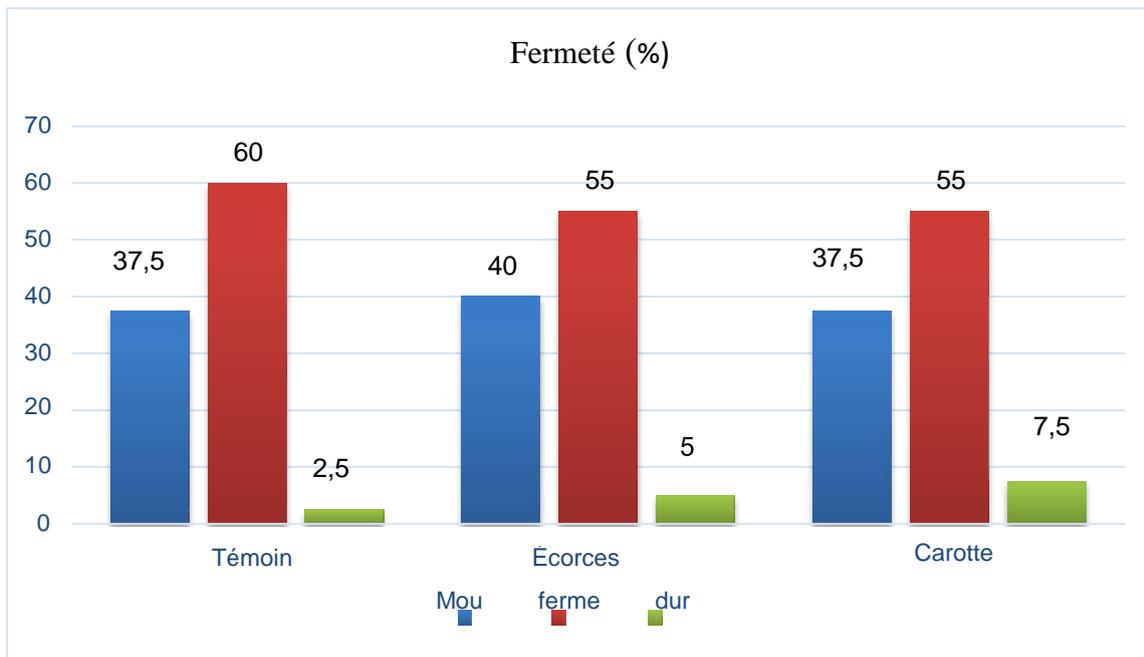


Figure 18: Résultats de test de dégustation (fermeté)

III.5 Indice de couleur

La luminance L^* , parfois appelée “clarté”, est déterminée par spectrophotométrie de réflexion. On mesure simultanément L^* et les indices b^* et a^* (CIE, 1986) : quand ces valeurs sont positives, ces deux derniers indices rendent compte respectivement de la coloration plus ou moins jaune (présence des pigments caroténoïdes) et plus ou moins rouge des produits. (Feillet P., et al., 2000).

Le tableau 9 ci-dessous représente les valeurs de a^* , b^* , L^* , C

Tableau 10: Résultat de l'indice de couleur des différents échantillons

Indices / Echantillons	L^*	C^*	a^*	b^*
Pate témoin	87.82	20.89	1.71	20.82
Pate avec écorces d'oranges	87.05	27.56	3.46	27.55
Pate avec jus de carotte	83.11	30.32	12	28.85

A partir du résultat obtenue, on remarque qu'il y a des variations entre les indices de couleur « a* ; b* ; l* » :

- Dans la pâte avec de l'eau, on trouve qu'elle présente une valeur de L= 87.72 plus élevée par rapport aux autres échantillons (L= 87.05, 83.11 pour pâte carotte), cette valeur explique que la pâte avec de l'eau a une couleur plus claire.
- La valeur de a* passe de 1.71 pour le témoin à 12 pour la pâte de carotte qui est plus colorée en rouge orangé et à 3.46 pour le jaune clair (cas des pâtes avec l'écorce d'orange).
- La valeur du chroma change de 20.89 pour le témoin à 27.56, 30.32 pour la pâte avec le jus d'écorce et le jus de carotte.

Ce paramètre semble varier positivement avec l'addition d'un jus d'écorce d'orange et un jus de carotte.

IV. Qualités culinaires

C'est le comportement des pâtes au cours de la cuisson, elle regroupe l'ensemble des caractéristiques suivantes :

IV.1 Temps de cuisson optimal

Les temps de cuisson respectifs des pâtes alimentaires : témoin, pâtes avec le jus d'écorce d'orange et pâtes avec le jus de carotte sont de 8 min, 8.5 min, 7 min. On constate donc que le temps de cuisson de pâte à base de jus de carotte est le plus faible, ce qui est peut être dû à la différence de dimension de la pâte comparée aux autres échantillons parce que ces pâtes sont faites à la maison par de simples moyens.

Tableau 11: Test de cuisson.

Caractéristiques	Pâte témoin	Pâte avec jus d'écorce	Pâte avec jus de carotte
Temps de cuisson	8	8.5	7
Poids après cuisson	360	364	370
Les pertes à la cuisson (%)	0.37	0.36	0.28

IV.2 Pertes à la cuisson

Cette analyse permet de déterminer les pertes de substances dans l'eau de cuisson qui devrait rester limpide.

Suivant le tableau 11, la pâte avec le jus de carotte a un taux de perte à la cuisson le plus faible (0.28%) suivi par celui des pâtes avec le jus d'écorce (0.36%) et le témoin (0.37%) Cette valeur faible est en relation avec un temps de cuisson plus faible.

Selon **Autran C. J., (1996)**, preuve que des températures élevées de séchage (par exemple, entre 70 et 90 °C) permettent d'améliorer considérablement le comportement des pâtes à la cuisson, donc les températures élevées peuvent changer les résultats trouvés car le séchage est à l'air libre.

D'une manière générale, tous les indicateurs de la qualité culinaire sont améliorés par l'utilisation de traitements de séchage des pâtes à haute température (**Autran C. J., 1996**).

IV.3 Indice de gonflement

Ce paramètre influe directement sur le poids des pâtes cuites donc, le gonflement nous renseigne sur la capacité d'absorption d'eau des pâtes cuites,

Singh et al., (2004) ont montré que la force de gonflement indique la capacité de l'amidon à s'hydrater sous des conditions spécifiques (temps/température).

Selon (**Abecassis et al., 1994 ; Feillet, 2000 ; Petitot et al., 2009 ; Petitot et al., 2010**), L'absorption d'eau se fait essentiellement par le réseau protéique ainsi que par les granules d'amidons.

D'après les résultats exprimés dans la figure 19, nous constatons que la capacité d'hydratation des pâtes oscille entre 260%, 265% .On remarque que les pâtes avec le jus d'écorce d'orange ayant un indice de gonflement le plus élevé suivit par les pâtes avec le jus de carotte, et le témoin avec une valeur de 260%, mais ces valeurs restent toujours proches donc les jus ajoutés n'ont pas une grande influence sur le taux de gonflement.

L'indice de gonflement est significativement affecté par le temps de cuisson, plus le temps de cuisson est long plus la quantité d'eau absorbée est importante ce qui confirme les résultats des travaux de (**Pinarli et al. 2004**), arrivé à la saturation, les pâtes se relâchent.

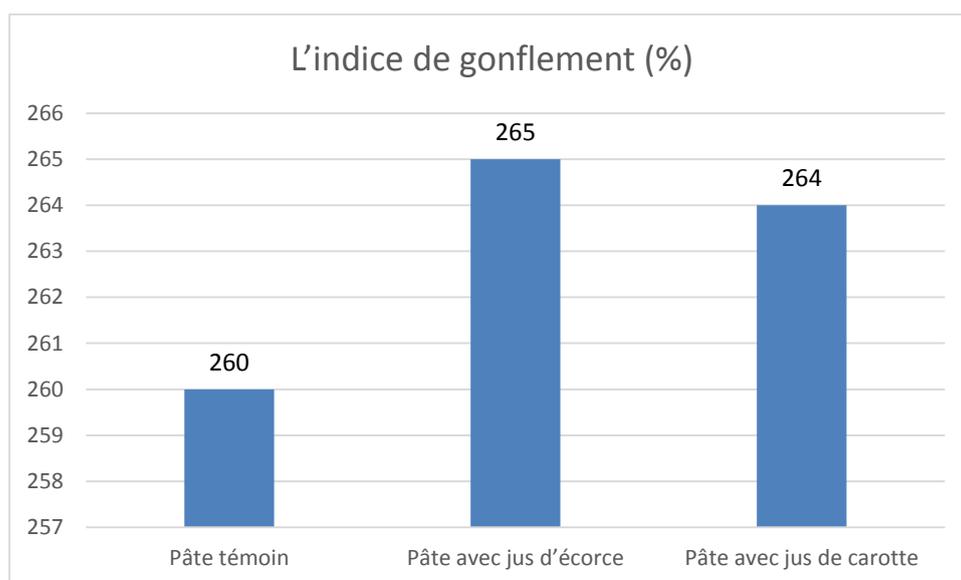


Figure 19: Indice de gonflement des différentes pâtes.

V. Analyses sensorielles

L'objectif de cette analyse est la caractérisation des trois échantillons de pâte fabriquée à base de : l'eau, jus de carotte, et jus d'écorce d'orange, pour cela, nous avons réalisé un test de dégustation applicable pour l'évaluation d'un ensemble de propriétés organoleptiques avant et après cuisson tel que : l'aspect, la couleur, piqûres et gerçures, indice de collant et fermeté, goût, et l'acceptabilité globale.

Le jury a été composé des ingénieurs de laboratoire et des étudiants, considérés comme des consommateurs des pâtes alimentaires et qui sont aptes à juger notre produit.

V.1 Aspect

D'après le test de dégustation des différentes pâtes par l'ensemble des étudiants de la faculté de science de la nature et de la vie, nous constatons que les dégustateurs ont perçu les paramètres sensoriels caractérisant les indicateurs relatifs aux aspects des pâtes sèches dont la présence ou l'absence des piqûres, les gerçures ou fissures ainsi que la couleur. L'analyse de ces résultats met en évidence clairement que :

- Pâte témoin avec de l'eau présente un aspect moyen (45%) à rugueux (37.5%) avant cuisson, et un aspect plus lisse avec un pourcentage de 75% après cuisson.
- En revanche, les pâtes additionnées d'un jus d'écorce d'orange présente avant cuisson un aspect moyen (57.5%) et un aspect lisse (75%) après cuisson.
- Concernant les pâtes avec le jus de carotte, un pourcentage de 72.5% pour le critère moyen avant cuisson, et 70% lisse après cuisson, (figure 20).

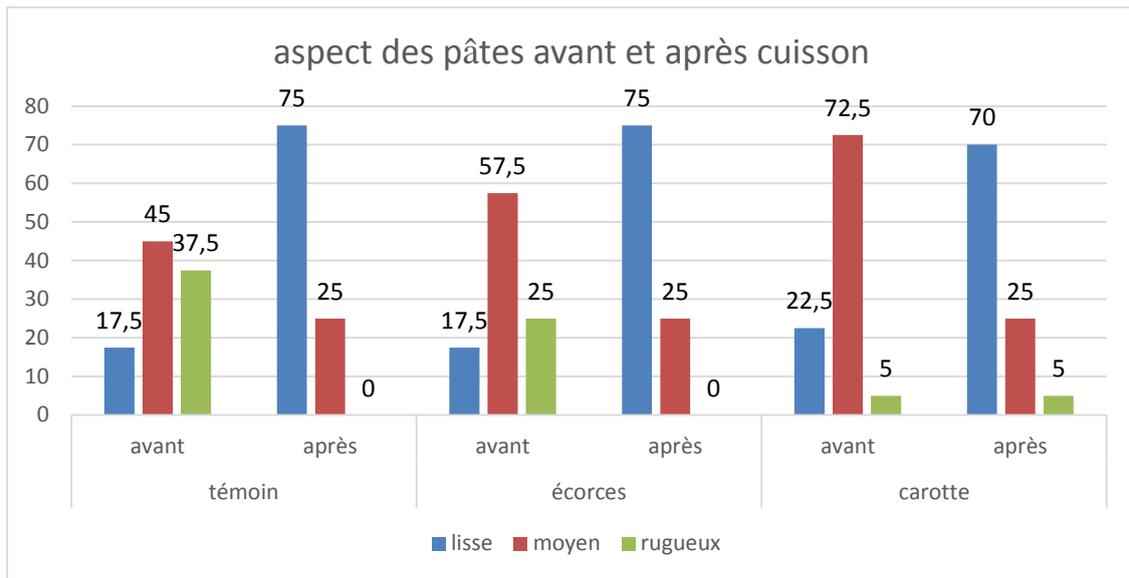


Figure 20: Aspect des pâtes avant et après cuisson.

IV.2 Couleur

Selon la figure 21, on remarque qu'avant cuisson, les pâtes avec le jus de carotte présentent une meilleure couleur (70%), suivi par les pâtes avec le jus d'écorce d'orange qui présentent un taux de (52.5%), comparés aux pâtes témoins (qui ont une couleur acceptable).

Après cuisson, les pâtes les plus appréciées sont les pâtes avec le jus de carotte qui ont une meilleure couleur (77.5%), suivies par les pâtes avec le jus d'écorce (60%).

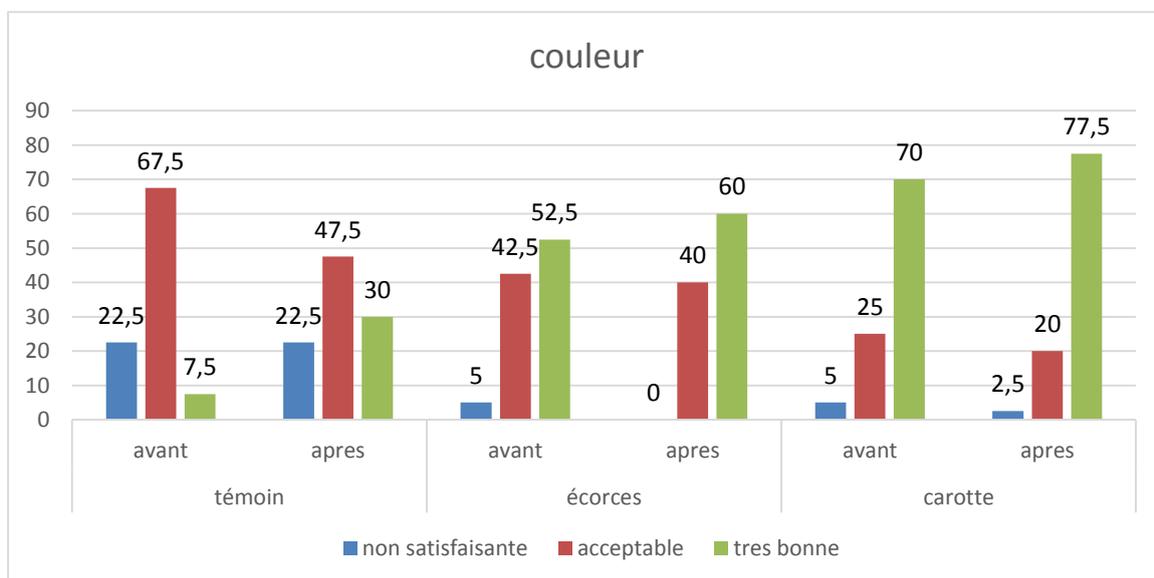


Figure 21 : Résultats des analyses sensorielles (couleur)

IV.3 Odeur

Pour l'odeur, les résultats obtenus sont illustrés dans la figure 22 qui montre qu'il y a une différence entre les différents types de pâtes, on observe que 77.5% de personnes remarquent que les pâtes à base de jus de carotte ont une légère odeur après la cuisson par rapport au témoin et les pâtes à base de jus d'écorces d'orange. Et seulement moins de 5% disent que l'odeur est forte.

Avant cuisson, les pâtes témoin présentent une légère odeur avec un pourcentage de 67.5%, et un pourcentage de 57.5 % pour les pâtes avec jus de carotte et jus d'écorce d'orange.

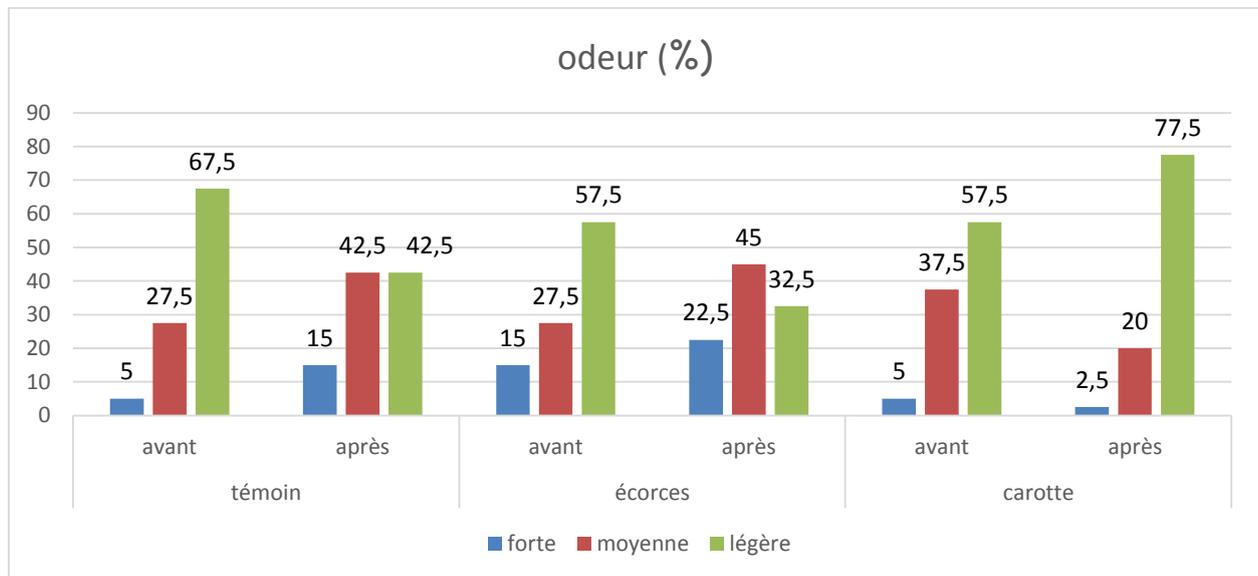


Figure 22: Résultats des analyses sensorielles (odeur)

IV.4 Acceptabilité globale

Pour l'acceptabilité globale avant cuisson, la pâte témoin présente le pourcentage le plus faible (52.5%) et un pourcentage (75%), (62.5%) pour la pâte avec l'écorce d'orange et la pâte avec le jus de carotte.

Après cuisson, le pourcentage le plus élevé est observé pour les pâtes avec le jus d'écorce et le jus de carotte avec une valeur de (60%), (70%) en comparaison avec le témoin (57.4%). Ces résultats peuvent être dus au changement de couleur et au goût pour chaque personne (figure 23).

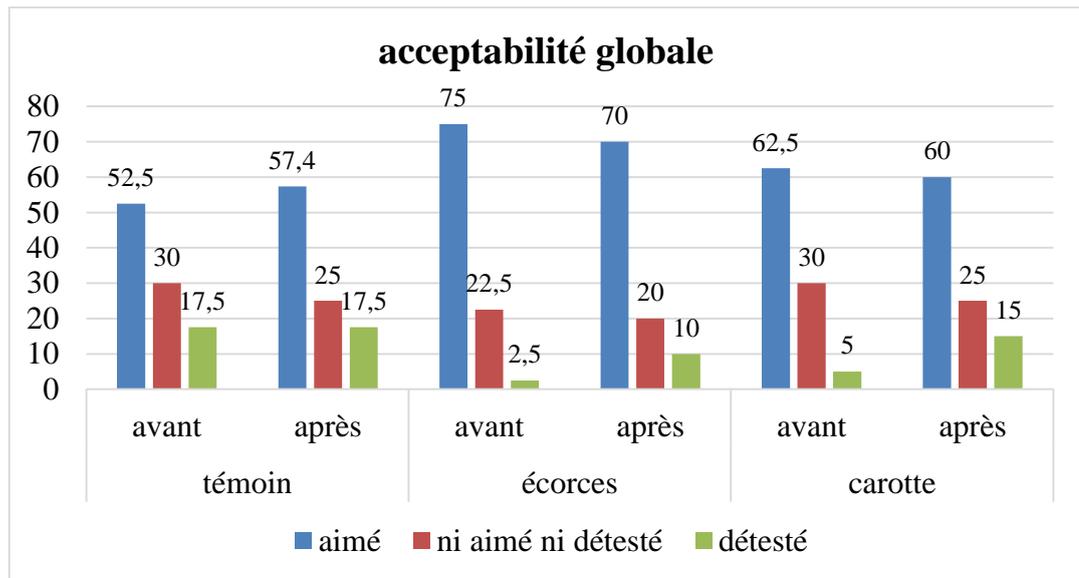


Figure 23 : Acceptabilité globale des pâtes alimentaires

A la lumière des résultats obtenus, le jus d'écorce d'orange et le jus de carotte représentent une source appréciable en éléments bioactifs, la caractérisation des ces derniers révèle une teneur en polyphénols de 60.32 mg EAG/g MS, 49.58 mg EAG/g MS pour le jus d'écorce d'orange et le jus de carotte et en flavonoïdes de 24.33 mg EAG/g MS et 17.30 mg EAG/g MS successivement pour le jus d'écorce et le jus de carotte.

Une teneur en caroténoïdes de 49.94 μ g/g, 38.03 μ g/g pour le jus de carotte et le jus d'écorce d'orange, concernant l'activité antioxydante, les jus incorporés ont une valeur de 63.91%, 59.96% pour le jus de carotte et le jus d'écorce d'orange, pour cette raison leur valorisation dans des pâtes s'avère intéressante.

Au terme de ce travail, nous estimons que l'incorporation est possible et intéressante à double titre : d'une part la préparation des pâtes enrichies avec le jus de carotte et le jus d'écorce d'orange et donc une amélioration en terme de polyphénols (pâte avec jus d'écorce d'orange 32.8 mg EAG/g MS, pâte avec le jus de carotte 27.6 mg EAG/g MS et 15.76 pour la pâte témoin) et flavonoïdes (pâtes avec le jus d'écorce d'orange 16.71 mg EQ/g MS et 9.54 mg EQ/g MS et 3.39 mg EQ/g MS pour le témoin), en caroténoïdes (20.46 μ g/g et 35.96 μ g/g pour la pâte avec le jus d'écorce d'orange et la pâte avec le jus de carotte et 5.57 μ g/g pour le témoin), pour l'activité antioxydante, on a trouvé un pourcentage de 47.26 % , 45.72% pour la pâte avec le jus d'écorce et la pâte avec le jus de carotte, et 18.54% pour le témoin. D'autre part, elle permet d'obtenir des pâtes de meilleures qualités et d'une couleur souhaitable selon le résultat d'une analyse sensorielle, pour la couleur des échantillons avant cuisson, les pâtes avec le jus de carotte présentent une meilleure couleur (70%), suivi par les pâtes avec le jus d'écorce d'orange qui présentent un taux de (52.5%), comparés aux pâtes témoins avec un taux de (7.5%).

L'enrichissement des pâtes avec le jus d'écorce d'orange et le jus de carotte n'a pas influencé le temps de cuisson, indice de gonflement, les pertes à la cuisson.

En se basant sur le test de dégustation, tous les échantillons présentent un aspect lisse à moyen (avant et après cuisson), une couleur acceptable pour la pâte témoin a très appréciée pour les pâtes avec le jus d'écorce d'orange et le jus de carotte, avec un taux d'acceptabilité élevé qui est de 60% à 75% pour les pâtes enrichies. La technologie industrielle peut donc exploiter les écorces d'agrumes, riche en flavonoïdes, afin de remplacer les antioxydants synthétiques et les colorants néfastes qui peuvent nuire à la santé. Ceci mène notre pays à valoriser les déchets industriels en tant qu'une source économique importante.

A partir de ces résultats, d'autres études plus élargies et approfondies s'avèrent

nécessaires qui s'imposent en perspectives notamment :

- ❖ Caractérisation des composés actifs dans les jus utilisés (étude qualitative et quantitative) par l'emploi de techniques plus performantes, en vue d'identification des différentes molécules responsables des différentes activités biologiques.
- ❖ Elargir le spectre d'étude en utilisant d'autres espèces de carottes et d'oranges à des fins comparatives ;
- ❖ Etude des pâtes cuites, et l'effet de la cuisson sur la qualité nutritionnelle des pâtes enrichies et la teneur en facteurs bioactifs.
- ❖ Faire du marketing de produit élaboré pour le faire connaître aux consommateurs et faciliter sa commercialisation.

A

- ❖ **Abbas S., Khoudi A., 2016**, Essai de formulation d'une boisson à base de fruits (orange, citron et pomme) et légumes (concombre et carotte) au niveau de NCA Rouïba, mémoire master, université M'hamed Bougara Boumerdes, 68P.
- ❖ **Abecassis J., Abbou r., Chaurand M., Morel M.H., Vernoux P., (1994)**, Influence of extrusion conditions on extrusion speed, temperature and pressure in the extruder and on pasta quality. *Cereal chemistry*, 71 (3), 247-253.
- ❖ **Abecassis J., Autran J., Feuillet P., (1996)**, Blé dur, objectif qualité, unité des technologie des céréales, ITCF, institut technique des céréales et des fourrages, p 25-27.
- ❖ **Addar L. , Lagha Benamrouche S. , Boudershem H. , Tani S. , Madani K. ,(2017)**, Caractérisation chimiques des écorces d'oranges, identification par GC-MS et évaluation du pouvoir antioxydant de leurs huiles essentielles Nature et technology 28-35p.
- ❖ **Adrar S. et Benamoune N., (2006)**, les antioxydants des fruits : structures et propriétés, mémoire d'ingénieur d'état en science alimentaires, université Abderrahmane Mira de Béjaïa
- ❖ **AFNOR, 1991**, Recueil de normes- contrôle de la qualité des produits alimentaires céréales et produits céréaliers. AFNOR/DGCCRF. 3ème édition. Paris.
- ❖ **Ahmad T, Cawood M, Iqbal Q, Ariño A, Batool A, Tariq RMS, (2019)**, Phytochemicals in *Daucus carota* and Their Health Benefits-Review Article. *Foods* P 424.
- ❖ **Aprifel, 1981**, Agence pour la Recherche et l'Information en Fruits et Légumes, www.Aprifel.com.
- ❖ **Autran J. C.,(1996)**, La qualité culinaire: de quoi est-elle faite?, INRA Unité de Technologie des Céréales, Centre de Recherches de Montpellier, Conférence présentée au Colloque ITCF-INRA-ONIC 11, Perspectives Blé Dur", Toulouse.
- ❖ **Atalla M. M., Hassanein N. M., El BEIH A. A., Youssef Y. A. G., (2003)**, Mycotoxin production in wheat grains by different aspergillus in relation to different relative humidities and storage periods. *Food Nahrung* 47, 6-10.
- ❖ **Atlantico, (2015)**, pourquoi les carottes ne seraient pas orange sans l'homme p 105 -115.
- ❖ **Assefa A.T., (2016)**, Extraction and characterization of antioxidant from orange peels.

B

- ❖ **Bahorun T. ; Gressier B. ; Trotin F. ; Brunet C. ; Dine T. ; Luyckx M. ; Vasseur J. ; Cazin M. ; Cazin J.C. ; Pincas M, (1996)**, Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arzneimittelle Forshing*, 46 (11), pp 1086-1089.

- ❖ **Barkat M., Laib L., (2011)**, La composition chimique et activité antioxydante de l'huile essentielle des fleurs sèches de *Lavandula officinalis*, Revue de génie industrielle 6, 46-54.
- ❖ **Benbelkacem A., Sadli F., Brinis L, (1995)**, La recherche pour la qualité des blés durs en Algérie, option méditerranéennes : série A. article n22.
- ❖ **Ben dhaou T., (2012)**, Impact de l'ionisation sur la conservation des pâtes fraîches farcies, institut national agronomique de Tunisie.
- ❖ **Belmehti T., Boudries H., (2018)**, optimisation des conditions d'extraction des antioxydants à partir du sous industriel de fabrication des jus d'orange.
- ❖ **Belyagoubi L., Belyagoubi ben hammou N., Atik bekkara F., coustard J. M., (2016)**, effects of extraction solvents on phenolic content and antioxydant proprieties of Pistacia Atlantica Desf .fruits from Algeria, international food research journal ; vol 23 N° 3, 948-953.
- ❖ **Béliveau R., Gingras D., (2005)**, Les aliments contre le cancer, P 159-162.
- ❖ **Berland S. et Roussel B., (2005)**, Qualité technologique des blés. Ecole nationale supérieure de meunerie et des industries céréalières, Paris, France : 5p.
- ❖ **Bouhadi N., Nouani A., Benmalek N., Benchabane A., (2016)**, valorisation des sous-produits d'agrumes : production d'enzymes pectinolytiques par bioconversion, Algerian journal of Environmental Science and technology, 2:1, 52-58.
- ❖ **Bourdreau A., Ménard G, (1992)**, Le blé, éléments fondamentaux et transformation, livre, les presses de l'Université Laval, Canada, p202-206/ 212.
- ❖ **Bousbia N., (2011)**, Extraction des huiles essentielles riches en antioxydants à partir de produits naturels et de coproduits agroalimentaires, p35.
- ❖ **Brown L., Rimm E. B., Seddon J. M., Giovannucci E., Chasan-Taber L. L., Spiegelman D., Willett, W. C., Hankinson S. E, (1999)**, "A prospective study of carotenoid intake and risk of cataract extraction in US men, the American journal of clinical nutrition,70 (4) 517-524P.
- ❖ **Brown, L., Rimm, E. B., Seddon J. M., Giovannucci E., Chasan-Taber L. L., Spiegelman,D. Willett, W. C., and Hankinson, S. E. (2010)**, "A prospective study of carotenoid intake and risk of cataract extraction in US men. "The American journal of clinical nutrition 70 (4): 517-524.
- ❖ **Brulé G., Croguennec T., Jeantet R., Schuck P., (2007)**, Du blé au pain et aux pâtes alimentaires. In : Sciences des aliments. Lavoisier, Paris, France : pp. 139 -185.

C

- ❖ **Camier C, (2015)**, carotte jaune, blanche, rouge, violette, découvrez les variétés oubliées de la carotte « bio à la une ».

- ❖ **Carini E. ; Curti E., Minucciani M., Vittadini E., (2014)**, Pasta in “Engineering Aspects of Cereal and Cereal Based Products” by Taylor and Francis Groupe, LLC.
- ❖ **Cardenas-Toro F.P , Alcazar-Alay S.C. , Coutinho J.P. , Godoy H.T.,Forster-Carneiro T.F., A.Meireles M.A., (2015)**, Pressurized liquid extraction and low-pressure solvent extraction of carotenoids from pressed palm fiber: Experimental and economical evaluation. Food and Bioproducts Processing.. 94. 90-100.
- ❖ **Carlin M., Caillavet F., Causse M., Combris P., Dallongeville J., Padilla M., Renard C., Soler L, (2007)**, Les fruits et légumes dans l'alimentation : Enjeux et déterminants de la consommation p17, éditions Quae.
- ❖ **Cassan D, (2015)**, Procédés de structuration des pâtes alimentaires et outils de contrôle de la qualité, INRA.
- ❖ **Castro Vasquez L. , Alanon M.E. , Rodriguez-Robledo V. , Perezcoello M.S. , Hermosin-G. I., Diaz-Maroto M.C., Jordan J.,Galindo M.F. , Arroyo-Jimenez M.M., (2016)**, Bioactive flavonoids, Antioxidant behavior, and cytoprotective effects of dried grapefruit peels (*Citrus paradisi Macf.*). Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 1-12.
- ❖ **Cavagnaro P.F., Iorizzo M., (2019)**, CarrotAnthocyaninDiversity, Genetics, and Genomics. In The CarrotGenome. Springer International Publishing : Simon P, Iorizzo M, Grzebelus D, Baranski R. pp. 261–277.
- ❖ **Cherif K. J., M'rabet I., El habiri M., Abidi R., Albrecht Gary A.M., (2006)**, Mesure de l'activité antiradicalaire du jus et des peaux d'oranges tunisiennes par le radical DPPH, Cirad/ EDP Science, article original, Tunisie.
- ❖ **Cheroual B., Hannous L., (2019)**, Développement d'un jus de carottes supplémenté en probiotiques, mémoire en master Agroalimentaire et Contrôle de Qualité, Djijel.
- ❖ **Codex alimentarius, (2007)**, céréales, légumes secs, légumineuses et matières biologiques végétales, Norme codex pour le blé et le blé dur (CODEX STAN 199-1995), première édition, Rome, OMS, FAO.
- ❖ **Coulibaly, Toure, Laope, Coulibaly, Soro, (2018)**, caracterisation agronomique, physico-chimique et nutritionnelle de quatre varietes hybrides de carotte (*daucus carota*) au nord de la Cote d'ivoire, Agronomie Africaine, 30 (1) : 45 – 55, article.

D

- ❖ **Da Silva Dias, J. C., (2014)**, "Nutritional and health benefits of carrots and their seed extracts." Food and Nutrition Sciences.
- ❖ **Delvaille A., (2013)**, super fruits les jus de fruits santé. P 68.

- ❖ **Département fédéral de l'intérieur, (2015)**, Ordonnance du DFI sur les denrées alimentaires d'origine végétale, les champignons et le sel comestible (ODAI OV), art 71-72, section 2, p 27.
- ❖ **Djender Z., Merabti A., Zaghouane O., (2004)**, procédés traditionnels et couts de fabrication du couscous et de la galette de blé dur dans l'exploitation (hauts plateaux de tiaret et tissemsilt), ITGC.
- ❖ **Doumandji A., Doumandji S., Doumandji B., (2003)**, Technologie de transformations des blés et problèmes dus aux insectes au stock, Office des publications universitaires. Alger. 65 p.P 50/60-63.
- ❖ **Dubois M., (1996)**, Les farines : caractéristiques des farines et des pâtes. In « industries des céréales ».N°97.Ed. LAVOISIER, Paris. p 679.P 19-29.
- ❖ **Duskiewicz., Reinhrd K., Khan K., Dich J. Et Halm Y, (1988)**, Shelf life stability of spaghetti fortified with legume flowers and protein concentrates. Cereal chem. V65, n°4, p 278, 281.

F

- ❖ **FAO (2004)**, Food and Agriculture Organization, statistical database, (www.FAO.org).
- ❖ **FAO stat (2016)**, citrus fruit fresh and processed statistical bulletin 2016. (www.fao.org/faostat).
- ❖ **Fardet A., Souchon I., Dupont D., (2013)**, Structure des aliments et effets nutritionnels, éditions Quae, p 138.
- ❖ **Feillet P., Autran J.C., Icard-Vernière C., (2000)**, Bases biochimiques du brunissement des pâtes alimentaires 431-438p.
- ❖ **Ferhat M.A, Boukhatem M.N., Hazzit M. and Chemat F., (2016)**, Rapid extraction of volatile compounds from citrus fruits using a microwave dry distillation. Journal of Fundamental and Applied Sciences, 8, 753-78.
- ❖ **Foster-Powell K., Holt S.H.A., Brand-Miller J.C., (2002)**, International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. American Journal of Clinical Nutrition, 76(1), 5-56.
- ❖ **Fradique M., Batista A. P., Nunes M. C., Gouveia L., Bandarra N. M., Raymundo A., (2010)**, "Incorporation of Chlorella vulgaris and Spirulina maxima biomass in pasta products. Part 1: Preparation and evaluation." *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(10), 1656-1664.
- ❖ **Fredot E., (2005)**, Connaissances des aliments, TEC et DOC, Paris, 397P.

G

- ❖ **Galindo M.F., Arroyo-Jiminez M.M, (2016)**, Bioactive flavonoids, Antioxidant behavior, and cytoprotective effects of dried grapefruit peels (*Citrus paradise Macf.*). *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 1-12.
- ❖ **Goulas V., Manganaris G.A., (2012)**, Exploring the phytochemical content and the antioxidant potential of Citrus fruits grown in Cyprus. *Food Chemistry*. 131, 39-47.
- ❖ **Guerven E., (2006)**, l'alimentation bio « source de vitalité et de jeunesse », éditions anagramme, P41-42.
- ❖ **Graille J. , Pina M. , Montet D., Ratomahenina R. , Minier C. , Galzv P., (1993)**, Etude organoleptique de pâtes alimentaires enrichies en levures-aliment à base d'huile de palme.

H

- ❖ **Haq R., Prasad K., (2018)**, Role of various coloring pigments with indifferent varieties of carrot (*Daucus carota*), *Journal of Food Measurement and Characterization*.
- ❖ **Héctor E., Flores M., Garnica-Romo M., Bermúdez-Aguirre D., Pokhrel P. R., Gustavo V., Cánovas, B., (2015)**, Physico-chemical parameters, bioactive compounds and microbial quality of thermo-sonicated carrot juice during storage. *Food Chemistry* 172 : 650–656.
- ❖ **Henri D., Jean louis C., Malewiak M., (1992)**, Alimentation et nutrition humaines p 919-921-932.
- ❖ **Hinneburg I., Damier-Dorman H., Hiltunen R., (2006)**, Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs et epices. *Food Chemistry*, 97: 122-129.
- ❖ **Huet R., (1962)**, les flavonoïdes d'agrumes 251-256p.
- ❖ **Huet R. , Ledergerber A., (1964)**, Les Ecorces D'Agrumes Pour L'alimentation du Bétail sur (Inra.org.ma).
- ❖ **Huet R., (1979)**, Extraction, dosage et stabilisation des caroténoïdes d'agrumes.

I

- ❖ **Ibanez D., (2015)**, Blé dur et Pâtes Règlementation, étiquetage et allégations, Séminaire INRA Montpellier Sup Agro.
- ❖ **Icard Verninière C., Feillet P. (1999)**, effet des conditions de mélange sur le développement de la pâte et les changements biochimiques, chimie de céréales, 76 (4), 558-565.
- ❖ **INRA, (2015)**, Institut nationale de recherche agricole.

- ❖ **ITCMI, (2010)**, Fiche technique valorisée des cultures maraichères : la culture de carotte, 2-3.

J

- ❖ **JORA, (2007)**, Journal Officiel De La République Algérienne, N80.
- ❖ **JORA, (1997)**, Journal officiel de la république algérienne, Spécifications techniques des semoules de blé dur et aux conditions et modalités de leur étiquetage.
- ❖ **Joyce I. B., (2015)**, Neutraceutical and functional food processing technology, p 214.

K

- ❖ **Kammoun M., Miladi S., Bezzine S., Ali Y., Damak M., Gargouri Y., (2011)**, in vitro study of the PLA 2 inhibition and antioxidant activities of Aloe vera leaf skin extracts. *Lipids in health and disease* 10.1 : 1-7.
- ❖ **Keilwagen J., Lehnert H., Berner T., Budahn H., Nothnagel T., Ulrich D., Dunemann F., (2017)**, The Térpène Synthase Gene Family of Carrot (*Daucus carota L.*): Identification of QTLs and Candidate Genes Associated with Terpenoid Volatile Compounds. *Frontiers in Plant Science* 8.
- ❖ **Kent N., Evers A., (1994)**, Technology of cereals. Éd. Elsevier Science Inc., 4^{ème} éd. New York, p. 234.
- ❖ **Kjellenberg L., Johansson E., Gustavsson K., Olsson M.E., (2010)**, Effects of harvesting date and storage on the amounts of polyacetylenes in carrots, *Daucus carota*. *J Agric Food Chem* p 11703-11708.
- ❖ **Kjellenberg L., Johansson E., Gustavsson K., Olsson M., (2012)**, Polyacetylenes in fresh and stored carrots (*Daucus carota*): relations to root morphology and sugar content. *Journal of Science Food Agriculture*, 92(8) p 1748-1754.

L

- ❖ **Lavinia B.C., Manea I., Bratu M.G., Avram D., Nicolescu C.L., (2012)**, Evaluation of the cabbage and cucumber juices as substrate for *Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Romanian Biotechnological Letters*,17: 7418-7429.
- ❖ **Lee HS, (2001)**, Characterization of carotenoids in juice of red navel orange (Cara Cara). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, p2563–2568.
- ❖ **Lefkir S., dahoun, (2005)**, Influence des conditions de l'hydratation sur la qualité technologique du couscous. Mémoire de Magister en Science Agronomiques. Institut National Agronomique El Harrach Alger.

- ❖ **Li H., Cheng K., Wong C, Fan K., Chen F., Jiang Y., (2007)**, Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fractions of selected microalgae. *Food Chemistry*, 102, 771-776.
- ❖ **Liu Y-J., Wang G-L, Ma. J, Xu Z-S, Wang F., Xiong A-S., (2018)**, Transcript profiling of sucrose synthase genes involved in sucrose metabolism among four carrot (*Daucus carota L.*) cultivars reveals distinct patterns. *BMC Plant Biology* p 1-12.
- ❖ **Louati , Bahloul N., Kechaou N, (2015)**, Effets du séchage convectif et par rayonnements micro-ondes sur les cinétiques et la qualité de sous-produit d'oranges 197-201p.

M

- ❖ **Mahmoudi S., Khali M., Mahmoudi N., (2013)**, Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynarascolymus L.*), *Nature et Technologie*. 09: 35-40.
- ❖ **Magda R. A., Awad A. M., Selim K. A., (2008)**, Evaluation of mandarin and orange peels as natural sources of antioxidant in biscuits. *Journal of Food Science & Technology*. 75-82.
- ❖ **Mastuo R., Dexter J., Boudreau A., Daun J., (1986)**. The role of lipids in determining spaghetti cooking quality. *Cereal Chemistry*. (63). 484-489 p.
- ❖ **Maltrud K. E., Rydland K. M., (2000)**, inhibitions of lipoxygenase from orange peel, *J. Agric. Food chem*, 5576-5580.
- ❖ **Mettrhom, (2021)**, Determination of the pH value and the total titratable acidity according to AOAC 943.02, 981.12, and AACC 02-31.01, titration application note t-219.
- ❖
- ❖ **M'Hiri N., (2015)**, Étude comparative de l'effet des méthodes d'extraction sur les phénols et l'activité antioxydante des extraits des écorces de l'orange « Maltaise demi sanguine» et exploration de l'effet inhibiteur de la corrosion de l'acier au carbone, thèse en cotutelle entre l'Institut National Agronomique de Tunis et l'Université de Lorraine, INAT Tunisie.
- ❖ **Molyneux P., (2004)**, The use of the stable free radical diphenylpicryl- hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity, *Songklanakar Journal of Science and Technology*. 26(2): 211-219.
- ❖ **Mojzer E., Hrcic M., Skerget M., Knez Z., Bren U., (2016)**, Polyphenols: Extraction Methods, Antioxidative Action, Bioavailability and Anticarcinogenic Effects. *Molecules*. 21(901) : 1-38.

N

- ❖ **Nafti Y., (2011)**, biochimie alimentaire, p41, cours 3^{ème} année biologie, option CQA, université de Djelfa, édition biohay.
- ❖ **Noui A., (2018)**, Etude phytochimique et évaluation des activités biologiques de la plante *Daucus muricatus* (Apiaceae), Thèse Doctorat en Chimie organique option Phytochimie.

O

- ❖ **Olivia R., (2009)**, De nouveaux procédés de transformation pour améliorer la qualité nutritionnelle des produits céréaliers, health grain.
- ❖ **Omoba O. , Obafaye R. , Salawu S. , Bolignon A. , Athayde M., (2015)**, HPLC-DAD phenolic characterization and antioxidant activities of ripe and unripe sweet orange peels. *Antioxidants*. 4: 498-512p.
- ❖ **Onagri (2017)**, Note de veille Agrumicole Un regard sur le marché mondial et Tunisien des Agrumes.

P

- ❖ **Pelt Jean Marie, (2014)**, Des fruits, Fayard, p 149-154,
- ❖ **Petitot M., Boyer L., Minier C., Micard V., (2009)**, Fortification of pasta with split pea and faba flours :pasta processing and quality evaluation, food research international, ELSEVIER.
- ❖ **Petitot M., (2009)**, Pâtes alimentaires enrichies en légumineuse. Structuration des constituants au cours du procédé : impact sur la qualité culinaire et les propriétés nutritionnelles des pâtes. *Thèse de doctorat en sciences agronomiques de Montpellier*. 246 p.
- ❖ **Pinarli I., Ibanoglu S., Oner M., (2004)**, Effect of storage on the selected properties of macaroni enriched with wheat germ. *Journal of Food Engineering*. 249-256 p.
- ❖ **Popovici C., Saykova I., Tylkowski B., (2010)**, Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH.
- ❖ **Practical Action, (2021)**, Note technique, <http://practicalaction.org/practicalanswers>.

R

- ❖ **Rachel A, Brou Roger K., N'Guessan Ysidor K., BIEGO G., (2015)**, zestes d'oranges : des résidus de consommation à valoriser en côte D'ivoire.
- ❖ **Robert N. ; Joseph D. ; Tiny V., (2003)**, Les aliments transformation, conservation et qualité. P 193.

S

- ❖ **Samarath R.M. , Panwar M. , Kumar M. , Soni A. , Kumar M.,Kumar A., (2008).** Evaluation of antioxidant and radical-scavenging activities of certain radio protective plant extracts. *Food chemistry*. 106(2): 968-873.
- ❖ **Seignalet J., (2004),** L'alimentation ou la troisième médecine p 88, édition Guibert (François xavier), collection écologie humaine.
- ❖ **Sharma K., Mahato N., Cho M.H., Lee Y.R., (2017).** Converting citrus wastes into value-added products: Economic and environmently friendly approaches. *Nutrition*, 34, 29-46.
- ❖ **Singh H., Macritchie F., (2004),** Changes in proteins induced by heating gluten dispersions at high temperature. *Journal of cereal Science*, 39 (2). 297-301 p.
- ❖ **Sissons M.J, (2008),** Role of durum wheat composition on the quality of pasta and bread. *Food Global Science Books.2 (2)*. 75- 90 p.
- ❖ **Statistica (2021),** statistica research department.
- ❖ **Stohs SJ., (2017),** Safety, efficacy, and mechanistic studies regardind *citrus aurantium* (bitter orange) extract and p-synephrine. *Phetotherapy research*, 31(10), p 1463-1474.

T

- ❖ **Talbi M., (2015),** dosage des polyphenols de la plante d'*Artemisia campestris L* par chromatographie HPLC mise en évidence de l'activité biologique, mémoire de magistère, université d'oran.
- ❖ **Teiko M. Johnson, (2001),** La production de jus d'agrumes et l'application des technologies au marché des agrumes frais 83-89p.
- ❖ **Tounsi M.S., Wannas W.A., Ouerghemmi I., (2010),**“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,
- ❖ **Tonelli N., Gallouni F, (2013),** Des fruits et des graines comestibles du monde entier, Lavoisier SAS, P 550-554. **Turkmen N., Velioglu Y. S., Sari F. Et Polat G. (2007).** Effect of extraction conditions on measured total polyphenol contents and antioxidant and antibacterial activities of black Tea. *Molécules*. 12: 484-496.

V

- ❖ **Vencent Y., (1962),** la chimiurgie des écorces d'agrumes (Fruits, Vol. 17, n° 9).
- ❖ **Vierling E., (2003),** Aliments et boissons : filières et produits. Série dirigée par GUY Leyral, 2ème édition, France. 270p.
- ❖ **Virbel alonso C., (2011),** Citron et autres agrumes, p 18-20, un concentré d'astuces pour votre maison, votre santé, votre beauté, Eyrolles.

W

- ❖ **Walker N., (2003)**, Votre santé par les jus frais de légumes et de fruits, p 34.
- ❖ **Wang J., Anderson R., Graham G., Chu M., Sauer M., Guarnaccia M., Lobo R., (2007)**, The effect of cinnamon extract on insulin resistance parameters in polycystic ovary syndrome: a pilot study. *Fertil Steril.* 88(1): 240-243.
- ❖ **Wang Y.C., Chuang Y.C., Hsu H.W., (2008)**, The flavonoid, carotenoid and pectin content in peels of citrus cultivated in Taiwan. *Food Chemistry*, 106, 1, 277-284.
- ❖ **Watts B., Ylimaki G., Jeffery L., Elias L., (1991)**, Méthodes de base pour l'évaluation sensorielle des aliments Centre de recherches pour le développement international, Ottawa, Canada 7-38p.

Y

- ❖ **Ye X., (2017)**, health benefits of orange juice and citrus flavonoids. In: phytochemicals in citrus: applications in functional foods.

Z

- ❖ **Zhang, Y., Liu, X., Wang, Y., Zhao, F., Sun, Z., Liao, X. (2016)**. Quality comparison of carrot juices processed by high-pressure processing and high-temperature short-time processing. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*.33: 135–144.

Références électroniques:

- ❖ **Anonyme 1, (2021)**, www.pepinieremabrouka.com.
- ❖ **Anonyme 2, (2021)**, ClinicalKey.fr, Aliments riches en glucides P358-363.
- ❖ **Anonyme 3, (2021)**, Laco-analyse-sensorielle.com,
- ❖ **Anonyme 4 (2021)**, products.ppc.eu/fr, comment décrivons-nous la couleur, Modèles de couleurs indépendants.
- ❖ **Anonyme 5, (2021)**, food-info.net. Quel est le pH des aliments.
- ❖ **Anonyme 6, (2015)**, citrusandlife.com.

Bulletin de réponse

Nom et prénom : **Date** :

Veillez examiner et évaluer chaque échantillon de pâtes alimentaires cuites, et donnez une votre avis :

- **Aspect**: propriété de surface indiquant : **A** : lisse, **B** : moyen, **C** : rugueux
- **Couleur** : qui caractérisée la pâte : **A** : Non satisfaisante, **B** : acceptable, **C** : très bon
- **Fermeté** : **A** : mou, **B** : ferme, **C** : dur
- **Collant** : degré d'adhésion des brins de pâtes entre eux : **A** : faible, **B**: moyen, **C**: élevé
- **Odeur** : qui caractérisée la pâte : **A** : forte, **B**: moyenne, **C**: légère
- **Gerçures** : **A**, présence, **B**, absence
- **Piqures** : **A**, présence, **B**, absence
- **Acceptabilité globale** : indiquer votre avis pour chaque échantillon en utilisant les termes suivants : **A** : Détesté, **B** : aimé, **C** : ni détesté ni aimé.

Caractère	Produit A	Produit B	Produit C	Avant la cuisson			
				1	2	3	
Aspect				Aspect			
Collant				Gerçures			
Couleur				Couleur			
Fermeté				Piqures			
Odeur				Odeur			
L'acceptabilité globale				L'acceptabilité globale			

Figure 25: Bulletin pour le test de dégustation des pâtes alimentaires.

