

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE

DÉPARTEMENT D'AGRONOMIE

Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGRO/20



Mémoire De Fin D'étude

En Vue De L'obtention Du Diplôme Master

Domaine : SNV Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Agro-alimentaire et Contrôle de Qualité

Présenté par :

KIOUAS Ridha & SELLAMI Khaled

Thème

**Essai de fabrication de *Rechta* supplémentée par la
farine des épinards sur l'échelle industrielle**

Soutenu le : 30 /09 / 2020

Devant le jury composé de :

LEKPAL Farouk

MAA.

Univ. de Bouira

Président

FERHOUM Fatiha

MAA.

Univ. de Bouira

Examinatrice

MAZRI Chafiaa

MCB.

Univ. de Bouira

Promotrice

Année universitaire : 2019-2020

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 produire 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.

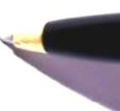
Nos remerciements s'adressent particulièrement à notre promotrice MAZRI C pour avoir dirigé ce mémoire. Nous la remercions infiniment pour la confiance et le respect qu'elle nous a toujours accordé et pour les idées qui nous ont beaucoup aidées à progresser. Sa haute compétence, ses qualités humaines, ses conseils judicieux ont été pour nous une source inestimable de réconfort et d'encouragements pour mener à terme ce travail. Qu'elle trouve ici l'expression de nos profondes gratitude.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à Mr BOUCHIBANE M d'avoir accepté de présider ce jury.

Que Mme FERHOUM F trouve ici le témoignage de nos profond respect et de nos grande considération pour avoir accepté de juger ce mémoire.

Nous adressons également nos sincères remerciements à l'équipe de laboratoire de l'INATAA pour leurs conseils et orientations qui ont fait avancer notre travail.

Finalement, 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. Ainsi que l'ensemble des enseignants qui ont contribué à notre formation.

Merci 

Dédicaces

Je dédie ce travail en premier lieu à mes parents «KARIM-AKILA» qui me sont très chers en témoignage à leur soutien pendant toute ma vie car aucun mot ne pourra exprimer ma haute gratitude et profonde affection. Que Dieu le tout puissant vous préserve, vous accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et vous protège de tout mal.

A mon très chère frère ILYASE, mes sœurs KAHINA et INES, mes grands-pères RABAH et MOHAMED, mes grands-mères HEDDA et ZAHOUA, pour toute l'ambiance, amours dont ils m'ont entouré pour leurs aides précieux, pour leurs encouragements durant toutes les phases de ma vie. Dieu leurs garde et leurs montre le droit chemin.

A toute ma famille que j'aime infiniment.

A tous mes amis et collègues.

RIDHA

Dédicaces

Je dédie ce travail à mes chers parents pour leur soutien tout au long de mes études que Dieu les protège et les garde.

A mes frères et mes sœurs.

A mes chers amis et mes collègues.

A mes enseignants de l'université Akli Mohand Oulhadj.

KHALED

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ABRÉVIATIONS

INTRODUCTION 1

1^{ère} PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I : Pâtes alimentaires

1. Définition	2
2. Constituants de la pâte	2
2.1. Semoule	2
2.2. Eau	2
3. Classification des pâtes alimentaires.....	3
3.1. Les pâtes extrudées	3
3.2. Les pâtes laminées	3
4. Processus de fabrication des pâtes alimentaires industrielles	3
5. Cuisson des pâtes alimentaires.....	5
6. L'enrichissement des pâtes alimentaires.....	5

II : Les épinards

1. Description et taxonomie	6
2. Origine et répartition géographique	6
3. Récolte	7
4. Composition.....	7

2^{ème} PARTIE : MATERIELS ET METHODES

1. Matières premières.....	9
1.1. Semoule de blé dur	9
1.2. Eau	9
1.3. Epinard.....	9
2. Caractérisation physico-chimique des matières premières	10

2.1.	Détermination du la teneur en eau	10
2.2.	Détermination du taux de cendres	11
2.3.	Dosage des protéines totales.....	11
2.4.	Dosage des lipides libres	12
2.5.	Granulométrie	13
3.	Caractérisation technologique de la semoule.....	15
3.1.	Détermination de la teneur en gluten.....	15
3.2.	Extensibilité du gluten	16
3.3.	Ramollissement de gluten.....	16
4.	Préparation de <i>Rechta</i>	18
4.1.	Matériels utilisés.....	18
4.2.	Fabrication de <i>Rechta</i> (échantillon témoin).....	18
4.3.	Fabrication de <i>Rechta</i> enrichie par la farine des épinards	19
4.4.	Analyses chimique des pâtes obtenues	20
4.4.1.	Détermination du la teneur en eau	20
4.4.2.	Détermination du taux de cendres.....	20
4.4.3.	Dosage des protéines totales	20
4.5.	Analyses sensorielles.....	20
4.5.1.	Choix de jury.....	20
4.5.2.	Déroulement de l'essai.....	21
4.5.3.	Fiche d'évaluation sensorielle.....	21
4.6.	Analyse statistique	21

3^{ème} PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSIONS

1.	Caractéristiques des matières premières	23
1.1.	Caractéristiques physico-chimiques de la semoule	23
1.1.1.	Teneur en eau	23
1.1.2.	Teneur en cendres.....	23

1.1.3.	Teneur en protéines	24
1.1.4.	Teneur en lipides libres	24
1.1.5.	Granulométrie de la semoule.....	24
1.2.	Caractéristiques technologiques de la semoule	25
1.3.	Caractéristiques chimiques des épinards	26
1.3.1.	Teneur en eau	26
1.3.2.	Teneur en cendres.....	26
1.3.1.	Teneur en protéines	26
1.4.	Caractéristiques chimiques de <i>Rechta</i> obtenue	27
1.4.1.	Teneur en eau	27
1.4.2.	Teneur en cendres.....	27
1.4.3.	Teneur en protéines	27
2.	Analyses sensorielles	28
2.1.	Acceptabilité sensorielle globale	28
2.2.	Profil sensoriel.....	28
CONCLUSION		31
PERSPECTIVES		32
REFERENCES BIBLIOGRAPHYQUES		
RESUME		

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractérisation chimique de la semoule	23
Tableau 2 : Granulométrie de la semoule utilisée dans la fabrication de <i>Rechta</i>	24
Tableau 3 : Teneur en gluten et ses caractéristiques rhéologiques.	25
Tableau 4 : Caractérisation chimique de la farine des épinards	26
Tableau 5 : Caractéristiques chimiques de <i>Rechta</i> enrichie à des différents taux de farine des épinards.	27
Tableau 6 : Acceptabilité globale et le profil sensoriel des différents échantillons.....	30

Liste des figures

Figure 1 : Photographie des étapes suivie pour l'obtention de la farine d'épinards.....	10
Figure 2 : Matériels utilisé pour la caractérisation physico-chimique des matières premières (semoule et épinard).	14
Figure 3 : Caractérisation technologique du gluten.....	17
Figure 4 : Diagramme de fabrication industrielle de <i>Rechta</i> témoin et de celle enrichie par la farine des épinards.....	18
Figure 5 : Photographie et schéma montrent le fonctionnement de la machine utilisée dans la fabrication de <i>Rechta</i>	19
Figure 6 : Photographie de test de dégustation réalisé	21
Figure 7 : Bulletin de l'analyse sensorielle des pâtes cuites	22

Liste des abréviations

AFNOR : Association française de normalisation

ANOVA : Analyse de la variance

BD : Blé Dur

E : Epinard

FAO: Food and Agricultural Organization

FDA : Food And Drug Administration

ms : matière sèche

Les pâtes alimentaires sont des produits de consommation courante. Elles sont largement consommées dans le monde et sont fabriquées à partir de semoule de blé dur qui semble être la matière première la plus appropriée pour ce type de produit (Gallegos *et al.*, 2010).

Les pâtes alimentaires ont la composition moyenne suivante : eau 9 %, protéines 13 %, lipides 1,5 %, glucides 76 %, (Alias *et al.*, 2003) donc elles sont déficitaires en fibre alimentaire, en minéraux, en vitamines et en composés phénoliques ce qui laisse penser à les associer à d'autre source de micronutriments, comme l'épinard qui est une plante herbacée annuelle très reconnaissable à ses longues feuilles vertes très riche en cellulose, en iode et en vitamines (A, B, C, D, E et K), en minéraux et en oligoéléments (potassium, calcium, magnésium et fer) (Boullard, 2001 ; Couplan, 2009 ; Lacoste, 2014).

Une association farine d'épinards (plante séchée et broyée) / semoule de blé dur permettra la fabrication de produit à base de blé dur avec une meilleure valeur nutritive, surtout que le blé dur et ces dérivés constituent l'épine dorsale du système alimentaire algérien.

Dans ce sens, ce travail était conduit au niveau de l'entreprise de fabrication des pâtes alimentaires et coucous K. Kiouas à Ahl El Kser « Bouira » sur la formule de la pâte alimentaire traditionnelle «*Rechta* » mêlant semoule de blé dur et farine des épinards afin d'améliorer sa qualité nutritionnelle et élaborer un nouveau produit comme aliment fonctionnel au profil de la santé des consommateurs locaux avec le perspective de la propager à l'international.

Ce travail vise à prouver la faisabilité technologique d'une telle formule et déterminer le taux d'incorporation de la farine des épinards, tout en utilisant un procédé industriel basé sur une recette traditionnelle comme patrimoine national et savoir-faire ancestral à valoriser et à protéger.

Ce travail, hormis l'introduction et la conclusion, est structuré en trois parties :

- La première partie consiste en une synthèse bibliographique sur des généralités sur les pâtes alimentaires et une description de la plante qui a servi à l'enrichissement des pâtes dans ce travail : l'épinard.
- La deuxième partie expose les matériels et les méthodes mis en œuvre dans le cadre du travail expérimental.
- Les résultats sont ensuite développés dans une troisième partie où ils sont interprétés et discutés.

I. Pâtes alimentaires

1. Définition

Selon Alias *et al.*, (2003), les pâtes alimentaires résultent de la dessiccation d'un pâton non fermenté, moins hydraté que celui du pain et obtenu à partir de semoule du blé dur. La pâte est ensuite soumise à un laminage et un tréfilage, puis au séchage, elle a finalement la composition moyenne suivante : eau 9 %, protéines 13 %, lipides 1,5 %, glucides 76 %.

Les pâtes alimentaires sont universellement consommées et appréciées : la simplicité de leur fabrication, leur facilité de transport, leur excellente aptitude à la conservation et au stockage, leur bonne qualité nutritionnelle et hygiénique, la diversité des modes de préparations sont autant d'atouts qui favorisent leur utilisation et leur consommation (Petitot *et al.*, 2009)

2. Constituants de la pâte

2.1. Semoule

La semoule de blé dur est considérée comme le témoin auxquels sont comparées les autres matières premières. Elle est reconnue comme substrat principal pour la fabrication des pâtes alimentaires en raison de sa teneur en gluten qui confère aux pâtes (couscous, pâtes alimentaires, ...) des propriétés technologiques et rhéologiques spécifiques, de sa dureté, sa couleur unique, sa flaveur et sa qualité de cuisson (Godon et Willm, 1991 ; Feillet et Dexter, 1996 ; Petitot, 2009). Après conversion en pâte, elle donne des produits avec des bonnes qualités culinaires et une stabilité à la cuisson (Sissons, 2008). L'Amidon (74 – 76 %) et les protéines (12 – 15 %) sont des constituants majeurs de la semoule de blé dur (Turnbull, 2001 ; Duranti, 2006). La qualité technologique d'une semoule pour la fabrication des pâtes alimentaires est définie par son aptitude à donner des produits finis dont l'aspect et la qualité culinaire répondent aux désirs des consommateurs. Ces deux caractéristiques sont influencées par la composition biochimique et l'état physique (granulométrie) des semoules, eux même liés à l'origine des produits (Abecassis, 1991).

2.2. Eau

Selon de nombreuses observations faites par les industriels, il ressort que la qualité de l'eau utilisée au cours de l'embâtement peut exercer une influence non négligeable sur l'aspect et le comportement des produits finis au cours de la cuisson. Des eaux de faible dureté hydrotimétrique sont généralement recommandées (Feillet, 2000).

3. Classification des pâtes alimentaires

Selon Boudreau *et al.*, (1992), les pâtes alimentaires sont classées en deux groupes selon les machines utilisées pour leur fabrication :

3.1. Les pâtes extrudées

Ce sont des pâtes préparées à l'aide de presse munie de filières qui forment les pâtes longues comme le spaghetti ainsi que les pâtes coupées ou courtes comme les bagues, les coudes divers et certaines pâtes à potage.

3.2. Les pâtes laminées

Elles sont préalablement fabriquées par des presses munies d'une filière à fente ou par des malaxeurs spéciaux capables de produire des pâtes sous forme de feuille large et mince, les pâtes entrent dans cette catégorie on trouve les pâtes à potage, des pâtes en ruban, des pâtes à farcir et autre pâte.

4. Processus de fabrication des pâtes alimentaires industrielles

Aujourd'hui, le procédé de fabrication continu est réalisé à l'aide de l'automatisation. Il donne lieu à une productivité haute (2-5 tonnes/h). Il comporte trois étapes fondamentales (Feillet, 2000 ; Petitot *et al.*, 2010) :

1. L'hydratation/ malaxage de la semoule ;
2. Formage ou façonnage (extrusion/ laminage) ;
3. Séchage.

- **Hydratation et malaxage**

La quantité d'eau ajoutée pour l'hydratation est environ 25 à 34 kg/100 kg de semoule, de manière à ce que la teneur en eau final soit voisine de 44 à 49 % de la matière sèche. Cette quantité d'eau compte tenu de l'humidité initiale de la semoule qui se situe généralement aux environs de 14 % (ms) (Abecassis *et al.*, 1994) et la forme finale de la pâte (Dalbon *et al.*, 1996). Le mélange des constituants de la pâte s'effectue dans un malaxeur qui tourne à 120 tours /min pendant 20 minutes (Petitot *et al.*, 2010).

- **Formage**

Le façonnage de la pâte est assuré soit sous l'effet de laminage, soit par le principe d'extrusion (le plus couramment utilisé).

✓ **Extrusion**

La semoule hydratée est reprise par une vis sans fin dont la fonction est d'assurer l'avancement des pâtes tout en les comprimant de manière à provoquer leur extrusion à travers un moule situé en tête de vis. Les pressions auxquelles est soumise la pâte au cours de cette opération peuvent dépasser 100 kg/cm² et semble être essentielle pour donner la compacité nécessaire au produit final pour une meilleure tenue à la cuisson (Kruger *et al.*, 1996). Un système de refroidissement à circulation d'eau situé autour du cylindre d'extrusion et de la tête de presse permet d'éviter un accroissement excessif de la température qui doit rester inférieur à 45- 50 °C afin d'éviter une dégradation des constituants de la semoule (Petitot *et al.*, 2009). La forme des filières, la vitesse d'extrusion et les conditions de découpe déterminent le format des produits finis (spaghetti, macaroni, pâtes courtes, papillons).

✓ **Laminage**

Dans le processus de laminage, la pâte est pétrie et laminée en feuille entre deux cylindres rotatifs. Trois à cinq paires de rouleaux, avec une diminution des lacunes des rouleaux sont utilisés jusqu'à ce que la feuille atteigne l'épaisseur désirée. La feuille est ensuite coupée en brins de largeur et de longueur souhaitée. Les deux techniques utilisées sont différentes au niveau de l'énergie mécanique dont elle est employée pour le formage de la pâte (Abecassis *et al.*, 1994). L'énergie transférée à la pâte est plus élevée avec le procédé d'extrusion qu'à celui de laminage et une partie de celle-ci est dissipée sous forme de chaleur. En outre, lors de l'extrusion, la pâte est soumise à un stress de cisaillement alors pendant le laminage, un stress d'élongation elle a été appliquée. Ces différences de ces paramètres (le stress, la chaleur et la pression) peuvent entraîner la formation des pâtes de structures différentes (Petitot *et al.*, 2010).

• **Séchage**

L'étape suivante l'extrusion et la découpe des pâtes est le séchage. Celui-ci est conduit de manière à ce que l'humidité finale des produits ne dépasse pas 12,5 % de la matière humide (Feillet, 2000). Cette opération est particulièrement délicate dans le cas des pâtes longues, et doit être conduite de manière très contrôlée afin d'éviter une rupture dans le gradient d'humidité qui s'installe progressivement, au cours du séchage, entre les parties internes et périphériques des pâtes, et qui conduirait à l'apparition de gerçures. Dans la pratique, la différence entre les températures sèches et humides ne doit pas dépasser 5°C. Pendant longtemps, les pâtes alimentaires ont été séchées à des températures inférieures à 60°C dans des séchoirs réglés pour respecter l'intégrité physique et biochimique des

produitset pour prévenir la formation de gerçures ou de brisures (Feillet, 2000 ; Petitot, 2009 ; Petitot *et al.*, 2009). Les températures étaient maintenues suffisamment basses pouréviter la dénaturation des protéines et la gélatinisation de l'amidon. Le séchage devenait uneopération active ayant non seulement pour objectif de ramener les produits finis à leur teneuren eau requise mais également de provoquer une profonde transformation des caractéristiquesphysico-chimiques des pâtes pour en améliorer l'aspect et le comportement durant la cuisson.En outre, des températures élevées de séchage conduisent à la meilleure qualité culinaire du produit final avec une fermeté élevée, une diminution des pertes à la cuisson et le caractère collant (Aktan *et al.*, 1992 ; Zweifel *et al.*, 2003).

5. Cuisson des pâtes alimentaires

Dans les pâtes de blé dur, la gélatinisation de l'amidon et la coagulation des protéines sont les principales réactions qui se produisent dans la structure de la pâte pendant la cuisson. Les espaces entre les granules d'amidon, la coagulation des protéines, l'interaction de ces composants conduisent à la formation d'un réseau protéique continu et fort piégeant ces granules (Petitot *et al.*, 2009 ; Petitot *et al.*, 2010 ; Purnima *et al.*, 2011). Au cours de la gélatinisation et le gonflement des granules d'amidons, ces espaces sont obturés. Les transformations structurales des protéines et de l'amidon dépendent des conditions température/humidité. Les protéines réagissent à un niveau faible d'humidité (Cuq *et al.*, 2003). Les deux transformations sont compétitives (le gonflement des granules d'amidon s'oppose à la formation du réseau protéique) (Pagani *et al.*, 1986). Elles sont contrôlées par la pénétration d'eau à l'intérieur du brin de pâte lors de la cuisson. Le taux d'absorption d'eau dépendde la capacité d'eau à diffuser vers la matrice et la cinétique de fusion des domaines cristallins (Del Nobile *et al.*, 2005).

6. L'enrichissement des pâtes alimentaires

L'OMS et la FDA considèrent les pâtes comme un bon véhicule pour l'addition deséléments nutritifs. Dans les années 1940 la FDA à considérer les pâtes l'un des premiersaliments pour l'enrichissement en vitamine et en fer (Marconi et Carcea, 2001, Chillo *et al.*, 2008). Dans le but d'améliorer sa qualité nutritionnelle et l'état de santé (Miceli *et al.*, 2015 ; Tazart *et al.*, 2015)

Mercier *et al.*, (2011) ont observé que l'enrichissement affectait la qualité des pâtes enternes de texture, couleur et qualité de cuisson, mais aussi l'aspect sensoriel et les propriétésrhéologiques.

II : Les épinards

1. Description et taxonomie

Selon Munro et Small (1998) et Agrapid *et al.* (1999), l'épinard est une plante herbacée annuelle, aujourd'hui cultivée dans toutes les régions tempérées du monde. Il est très reconnaissable à ses longues feuilles vertes, frisées ou plates selon les variétés (Lacoste, 2014).

L'épinard appartient à la famille des chénopodiacées qui regroupe des légumes cultivés pour la consommation de leurs feuilles comme l'épinard, les cardes, ou de leur racine comme la betterave potagère.

- Nom scientifique (latin) : *Spinacia oleracea*
- Nom vulgaire français : épinard
- Nom vulgaire anglais : spinach
- Famille : Chénopodiacées
- Groupe : foliacées

Selon Boullard (2001), l'épinard est une plante dressée, à tige creusée-sillonnée. Ses feuilles alternes, entières, sont pétiolées et sagittées. Les fleurs sont unisexuées. L'épinard forme une rosette foncée, glabre ; parfois gaufrée et à pétiole souvent de même longueur que le limbe (Mazoyer, 2002).

2. Origine et répartition géographique

L'épinard aurait tout d'abord été cultivé dans les régions revenant aujourd'hui à l'Afghanistan et au Tadjikistan (Munro et Small, 1998). Il est probablement originaire du nord de l'Iran, de l'Afghanistan et du Turkménistan où l'on trouve des espèces sauvages apparentées telles que *Spinacia tetrandra* et *Spinacia turkestanica*. Selon Boullard (2001), il semble que l'épinard n'était pas connu des Grecs et des Romains de l'Antiquité (Munro et Small, 1998). Boullard (2001), Mappa (2010) et Lacoste (2014) rapportent que l'épinard a été introduit en Europe à partir du VIII^e siècle lors des conquêtes arabes. Utilisé d'abord comme plante médicinale. Cette plante, ramenée en France par Catherine de Médicis, est aussi nommée « herbe de perse ».

L'épinard continuera d'être un légume-feuille très important, nutritif et à rendement élevé dans les climats tempérés d'Europe, d'Amérique du Nord et d'Asie orientale. En Afrique tropicale, sa culture restera cantonnée dans les hautes terres.

3. Récolte

Si la récolte se fait à la main, Munro et Small (1998) rapportent qu'il est recommandé, pour maximiser la qualité, de cueillir régulièrement les feuilles qui parviennent à maturité. La récolte est manuelle avec plusieurs coupes, la première se situe au stade de 7 ou 8 feuilles.

Lorsqu'il s'agit d'épinard destiné à la transformation (épinard en branche ou épinard haché, selon la qualité de produit), la récolte est toujours mécanisée et rapide. Les récolteuses mécaniques servent généralement à couper les plantes juste au-dessus du niveau du sol. Elle se fait en avril-mai pour l'épinard de printemps, de septembre à début novembre pour l'épinard d'automne et en mars pour l'épinard d'hiver (Mazoyer, 2002 ; Munro et Small, 1998).

4. Composition

L'épinard est consommé comme légume. Les feuilles se consomment crues ou cuites. L'analyse de l'épinard est très complète, car c'est l'un des légumes les plus courants (Couplan, 2009).

Les feuilles de l'épinard, très riches en cellulose, constituent un aliment efficace contre la constipation. En outre, compte-tenu de leur richesse en fer, en iode et en vitamines A, B, C et D, ces feuilles sont recommandées en cas d'anémie et possèdent des propriétés activatrices de la sécrétion pancréatique, antirachitiques, hyper glycémiantes et hypotensives (Boullard, 2001). Il peut être utilisé comme reminéralisant, antiscorbutique, tonicardiaque, anticancer « balai » des voies digestives.

Selon Boullard (2001), Couplan (2009) et Lacoste (2014), Les feuilles regorgent de minéraux et d'oligoéléments : les teneurs en potassium (529 mg/100 g) ; en calcium (104 mg/100 g) et en magnésium (58 mg/100 g) sont impressionnantes, et celles en fer sont loin d'être négligeables, en plus de : P, K, Na, Cl, S, Mn, Zn, Cu, I.

L'épinard contient aussi beaucoup de vitamines : A, B1, B2, B9, B12, C, E, K et PP. L'épinard est fragile et perd rapidement ses vitamines. Il faut choisir des feuilles sombres, tendres et charnues et éviter les feuilles jaunes, flétries ou trop humides.

Abraham (1991) considère que l'épinard est représentatif des aliments qui contribuent pour une part notable à l'apport en acide folique. L'épinard contient aussi de la chlorophylle, du carotène, des flavonoïdes et bien d'autres antioxydants comme la lutéine et la zéaxanthine. Avec ces composants réunis en un tel cocktail, l'épinard se comporte comme un véritable médicament naturel (Lacoste, 2014).

L'objectif de présent travail est l'enrichissement de la pâte traditionnelle *Rechta* par la farine des épinards afin d'amélioré sa teneur en nutriments et la détermination de taux d'incorporation de celles-ci qui permet d'avoir une pâte de bonne qualité (proche de la qualité de pâte à base de semoule de blé dur)

Pour atteindre cet objectif, nous avons réalisé une étude expérimentale au niveau de l'entreprise de fabrication des pâtes alimentaires et couscous K.Kiouas à Ahl El Kser « Bouira » suivie d'une analyse sensorielle réalisée au niveau des laboratoires pédagogiques de la faculté des sciences de la Nature et de la Vie et Science de la Terre de l'Université Akli Mouhand Oulhadj de Bouira.

Les analyses physico-chimiques des matières premières (semoule et farine des épinards) sont réalisées au niveau des laboratoires pédagogiques de l'I.N.A.T.A.A (Institut de La Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-Alimentaires) Université des Frères Mentouri Constantine 1

1. Matières premières

1.1. Semoule de blé dur

La semoule ayant servi à la présente étude a été achetée au commerce. Elle est vendue dans des sacs en plastique de 25 kg sous la dénomination semoule supérieure de blé dur. L'ensemble des essais relatifs aux pâtes ont été réalisés avec la même semoule.

1.2. Eau

L'eau utilisée dans la fabrication des échantillons de *Rechta* est une eau de robinet destinée à la consommation humaine.

1.3. Epinard

Les épinards utilisés dans cette étude ont été achetés au commerce. L'échantillon est séché à l'aide d'un séchoir industriel utilisé pour le séchage des pâtes alimentaire. Dès que la plante devient broyable, les tiges et les feuilles sont réduites, manuellement, en petits morceaux puis broyé à l'aide d'un broyeur électrique utilisé au niveau des ménages pour le broyage des légumes et des fruits. Le broyeur a été utilisé en discontinue pour éviter le chauffage des

échantillons broyés. La farine obtenue est mise dans des sachets en plastique et conserver dans un réfrigérateur pour éviter son altération. (Figure 1)



Figure 1 : Photographie des étapes suivie pour l'obtention de la farine d'épinards

2. Caractérisation physico-chimique des matières premières

Les analyses physico-chimiques des matières premières utilisées dans le cadre de l'étude ont été effectuées au niveau des laboratoires de l'I.N.A.T.A. A « Constantine » Ces analyses sont faites en triplicata.

2.1. Détermination du la teneur en eau

La teneur en eau est déterminée selon la norme AFNOR N.F. V03-707 de juin 1989 (AFNOR, 1991).

• Mode opératoire

Une prise d'essai de $5\text{g} \pm 0,0001\text{ g}$ de chacun des échantillons (semoule et farine des épinards) été pesée par une balance analytique de marque Sartorius. Elle est ensuite étalée dans une boîte de pétri, placée sans couvercle dans une étuve isotherme de marque Memmert (figure 2A), pour subir un séchage à 50°C jusqu'à l'obtention d'une masse constante. A la sortie de l'étuve, la boîte de pétri est mise dans un dessiccateur, contenant gel de silica (agent dessiccant) pour éviter l'absorption de l'humidité de l'air au cours de son refroidissement en vue de réaliser la pesée.

- **Expression des résultats**

La teneur en eau (H) exprimée en % de produit humide, suivant la formule :

$$H (\% mh) = \frac{M_1 - M_2}{M_1 - M_0} \times 100$$

Où : M_0 : la masse en (g) de la boîte vide et de son couvercle ;

M_1 : la masse en (g) de la boîte, de son couvercle et de la prise d'essai avant dessiccation ;

M_2 : la masse en (g) de la boîte, de son couvercle et de la prise d'essai après dessiccation.

2.2. Détermination du taux de cendres

Le taux de cendres est déterminé selon la norme AFNOR N.F. V03-720 de décembre 1981 (AFNOR, 1991).

- **Mode opératoire**

Une prise d'essai de $3g \pm 0,0001 g$ de chacun des échantillons (semoule et farine des épinards) été pesée par une balance analytique de même marque que la précédente. Elle est ensuite mise dans des nacelles, placées dans un four à mofle (figure 2B) pour réaliser une incinération à $900^\circ C$ pendant 3 heures jusqu'à combustion complète de la matière organique et obtention d'un résidu minéral ayant un poids constant.

- **Expression des résultats**

Le taux de cendres (TC) est exprimé en % de la matière sèche est calculé suivant la formule :

$$TC (\% ms) = \left[100 \times \frac{P_1}{P_0} \right] \times \left[\frac{100}{(100 - H)} \right]$$

Où : P_0 : Masse de la prise d'essai avant incinération (g) ;

P_1 : Masse de résidu après incinération (g) ;

H : Teneur en eau de l'échantillon (%).

2.3. Dosage des protéines totales

La teneur en protéines totales est déterminée par la méthode de KJELDAHL de dosage de l'azote total selon les directifs de la norme AFNOR N.F. V03-050 de septembre 1970 (AFNOR, 1991).

La méthode repose sur une minéralisation des matières organique par l'acide sulfurique en présence d'un catalyseur, une alcalinisation des produits de la réaction, distillation et titrage de l'ammoniac.

- **Expression des résultats**

La teneur en azote (TA) est exprimée en % de la ms, est donné par la formule suivante :

$$TA (\% ms) = \frac{0.0014 \times V \times 100}{M_0} \times \frac{100}{100 - H}$$

Où V : Volume en ml d'H₂SO₄ qui a réagi avec NH₃ ;

M₀ : Masse de la prise d'essais (g) = 1 g ;

H : Teneur en eau de l'échantillon (%).

La teneur en protéines (TP) est déterminée en % de la ms, elle se calcule en multipliant la teneur en azote par le coefficient de conversion (K qui est de 5,7 pour la semoule de blé dur et 6.25 pour les épinards). (Jurgen, 2017)

$$TP (\% ms) = A \times K$$

2.4. Dosage des lipides libres

La teneur en lipides libres est déterminée selon la norme AFNOR N.F. V03.713 de février 1984 (AFNOR, 1991) l'aide d'un appareil SOXTEC HT (figure 2C).

• Mode opératoire

Après le réglage de la température correspondante à l'hexane (70°C), une prise d'essai de 3g ± 0.0001g d'échantillon est placée dans des cartouches tarées, ces dernières sont mises dans des nacelles en verre superposées sur des tubes contenant le solvant (50ml), laisser l'opération se dérouler pendant 1h 30 min, récupérer les nacelles contenant le mélange (solvant + extrait lipidique).

La séparation de solvant de l'extrait lipidique se fait à l'aide d'un ROTAVAPOR I KAOT-ST2 (figure 2D), muni d'un ballon pour la récupération du solvant évaporé, et d'un autre ballon (500 ml) pour la récupération du résidu lipidique. Peser le ballon vide et le ballon + résidu pour obtenir la masse de l'extrait lipidique.

• Expression des résultats

La teneur en matières grasses libre (TMGL) est exprimée en % de la ms selon la formule suivante :

$$TMGL (\% ms) = \left[100 \times \frac{M_1}{M_0} \right] \times \left[\frac{100}{100 - H} \right]$$

Où M₁ : Masse du résidu lipidique après extraction (g) ;

M₀ : Masse de la prise d'essai (g) ;

H : Teneur en eau de l'échantillon (%).

2.5. Granulométrie

La granulométrie est l'étude de la distribution de la taille des particules. C'est une caractéristique fondamentale en relation directe avec toutes les opérations unitaires de broyage,

de séparation, de mélange et de transfert mais aussi avec les phénomènes d'échange et de réactivité, qu'ils soient physiques (migration d'eau, séchage, solubilisation), chimiques (oxydation) ou enzymatique (digestion des aliments). Les principales techniques utilisées pour la détermination granulométrique sont le tamisage et la diffraction laser. Le tamisage est la méthode la plus fréquente, la plus simple et la moins onéreuse (Melcion, 2000).

- **Principe**

Des échantillons de matières premières sont déposés au sommet d'une tamiseuse de laboratoire de marque Retsch AS 200 (figure 2F). Son principe consiste à faire passer une quantité donnée d'échantillon à travers une batterie (série) de tamis calibrés et normalisés, dont les caractéristiques sont connues, récupérer et peser séparément les fractions retenues sur chaque tamis.

- **Mode opératoire**

Un échantillon de 100 g est déposé et répartie d'une manière uniforme au sommet d'un empilement de quatre tamis d'ouverture de mailles décroissante (500, 250, 200 et 125 µm.). Cette tamiseuse est animée par un mouvement vibratoire automatique, où on va régler l'amplitude de rotation et le temps de tamisage (10 minutes). Les particules dont les dimensions inférieures aux dimensions d'ouvertures traversent facilement le tamis (le passant), alors que celles les plus grosses sont retenues (le refus). Les refus de chaque tamis sont ensuite pesés avec une balance analytique (0,0001 g).

- **Expression des résultats**

Le refus retenu sur chacun des tamis est rapporté à la quantité d'échantillon totale pour déterminer la distribution granulométrique (DG) exprimée en % selon la formule suivante :

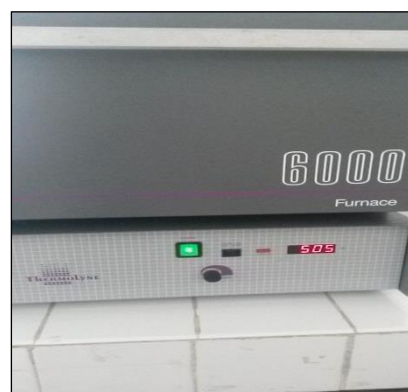
$$DG (\%) = 100 \times \frac{P_1}{P_0}$$

Avec : **P0** : Masse de la prise d'essai (g) ;

P1 : Masse de la fraction retenue sur chacun des tamis (g).



A. Etuve



B. Four à moufle



C. Appareil SOXTEC HT



D. Rotavapeur



E. Minéralisateur



F. Tamiseuse de laboratoire

Figure 2 : Matériels utilisé pour la caractérisation physico-chimique des matières premières (semoule et épinard).

3. Caractérisation technologique de la semoule

3.1. Détermination de la teneur en gluten

- **Principe**

L'extraction du gluten est réalisée manuellement, selon la technique décrite par Godon et Loisel (1997), c'est *la lixiviation*. Il est extrait sous un filet d'eau en continue à partir d'une pâte à base de semoule et d'eau salée.

- **Mode opératoire**

Nous avons préparé une pâte avec 25 g de semoule et 12.5 ml d'eau salée à 2%. Nous l'avons malaxé jusqu'à ce qu'elle n'adhère plus aux parois du récipient, puis nous l'avons pétri dans la main jusqu'à homogénéisation. Sous un léger filet d'eau, nous avons effectué une légère compression de cette pâte avec les doigts. Un tamis a été placé en dessous du robinet afin de récupérer les fractions du gluten qui sont entraînées (l'amidon est donc éliminé alors que le gluten se soude peu à peu à lui-même). Dès que l'eau qui dessous de tamis devient claire, on obtient une masse caoutchouteuse : c'est le gluten humide qui sera par la suite pesé (Figure 3a).

Pour connaître la masse du gluten sec, on étale la boulette du gluten humide sur une boîte de pétri puis on la place dans l'étuve à vide réglée à 102°C pendant 18 heures.

- **Expression des résultats**

- Gluten humide**

La teneur en gluten humide (GH) s'exprime en pourcentage par la formule suivante :

$$GH (\%) = \frac{mgh}{25} \times 100.$$

Où :

mgh : Masse du gluten humide

- Gluten sec**

La teneur en gluten sec (GS) s'exprime en pourcentage par la formule suivante :

$$GS (\%) = \frac{mgs}{25} \times 100$$

Où :

mgs : Masse du gluten sec.

- Coefficient d'hydratation**

Selon Kiger et Kiger (1967) cité par Brahimi (2014), le coefficient d'hydratation (CH) du gluten est donné par la formule :

$$CH (\%) = \frac{GH - GS}{GH} \times 100$$

3.2. Extensibilité du gluten

- **Principe**

L'extensibilité du gluten est déterminée selon la méthode de Kosmina et Kranz cité par Namoune (1989), ce qui permet de classer le gluten en 5 catégories.

- **Mode opératoire**

- ✓ Remplir une éprouvette graduée de 100 ml avec une solution salée à 2 %.
- ✓ Préparer une boulette de gluten de 2g et la charger d'un poids de 4g et l'attacher à un support en haut de l'éprouvette.
- ✓ Placer du papier millimétré sur la longueur de l'éprouvette de manière à lire l'allongement du gluten sur le papier. (figure 3b)
- ✓ Laisser la charge agir pendant 2 heures.

- **Interprétation des résultats**

Sous l'effet de la charge, le gluten s'allonge en fonction de ses qualités. L'extensibilité est exprimée en cm par rapport au point initial.

- ✓ Gluten très bon : garde sa longueur après 2 heures.
- ✓ Gluten bon : s'allonge jusqu'à 1.5 cm après 2 heures.
- ✓ Gluten doux : s'allonge vite (plus de 1.5 cm).
- ✓ Gluten faible : s'allonge considérablement et se casse avant la fin de l'essai.
- ✓ Gluten court : s'allonge légèrement mais se casse vite.

3.3. Ramollissement de gluten

- **Principe**

Le ramollissement du gluten est déterminé selon la méthode de Krauzers *et al.* (1996), cité par Kezih (1998).

- **Mode opératoire**

- ✓ À partir du gluten humide extrait, peser 5 g et former une boulette.
- ✓ Déposer la boulette sur une plaque de verre munie d'un papier millimétré sur la face inférieure.
- ✓ Noter le diamètre de la boulette dans les deux directions perpendiculaires et calculer la moyenne.

- ✓ Recouvrir la boulette à l'aide d'un bécher munie d'un papier buvard imbibé d'eau afin de maintenir le milieu humide. (figure 3c)
- ✓ Après 60 min, mesurer de nouveau le diamètre moyen en procédant de la même manière que précédemment.
- ✓ La différence entre les deux diamètres moyenne (initiale et final) donne le ramollissement du gluten.

- **Interprétation des résultats**

Selon la méthode, on distingue quatre types de gluten

- ✓ Ramollissement < 2 mm : gluten ferme, tenace ;
- ✓ Ramollissement de 2 à 4 mm : gluten de bonne qualité ;
- ✓ Ramollissement de 4 à 8 mm : gluten de qualité moyenne ;
- ✓ Ramollissement de 8 à 13 mm : gluten de mauvaise qualité



a. Extraction du gluten



b. Extensibilité du gluten



c. Ramollissement du gluten

Figure 3 : Caractérisation technologique du gluten.

4. Préparation de *Rechta*

La préparation de *Rechta* est réalisée industriellement selon le diagramme suivant :

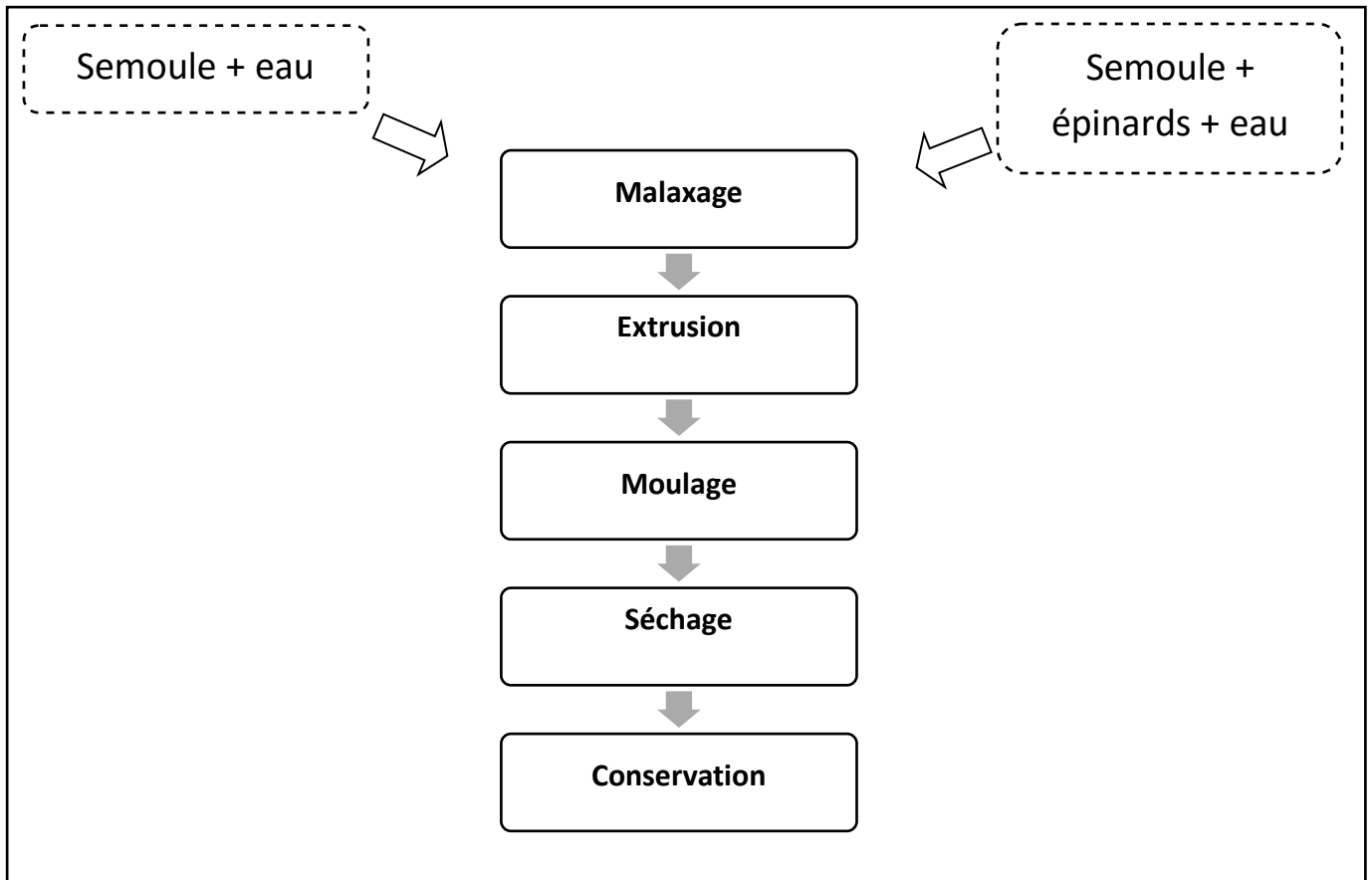


Figure 4 : Diagramme de fabrication industrielle de *Rechta* témoin et de celle enrichie par la farine des épinards

4.1. Matériels utilisés

- Balance électronique
- Presse professionnelle pour la production semi industrielle de toutes catégories de pâtes de type « PARMIGIANA RZ 50 »
- Séchoir industriel de type « PARMIGIANA » équipé des plateaux en bois utilisé pour le séchage de la plante et de *Rechta* fabriquer.
- Autres ustensiles : couteux, récipient

4.2. Fabrication de *Rechta* (échantillon témoin)

Rechta est une pâte alimentaire consommé par une grande partie des ménages algériens. Elle a été fabriquée au niveau de l'entreprise de fabrication des pâtes alimentaire et coucous « K.K » par une presse professionnelle avec une capacité de production de 50kg/h qui contient

deux cuves : une cuve supérieure pour le pétrissage et une cuve inférieure pour l'extrusion, et un moule de laiton qui donne la forme de la pâte fabriquée.

A l'aide d'un récipient et une balance électronique on tamise 5 kg de semoule, on la met dans la cuve supérieure de la machine et on ajoute de l'eau pour commencer le malaxage des ingrédients pendant 10 à 15 minutes jusqu'à l'obtention d'une pâte granulaire sableuse, cette dernière tombe sur la cuve inférieure pour l'extrusion qui assure la structuration de pâte qui passe ensuite à travers le moule de laiton qui va nous donner la forme de *Rechta*. A la sortie de moule les brins de *Rechta* coupé par un couteau rotatif et tombe sur des plateaux en bois mises dans un séchoir industriel pour le séchage final.

4.3. Fabrication de *Rechta* enrichie par la farine des épinards

On procède de la même manière que pour la préparation de la pâte témoin sauf qu'on substitue une partie de la semoule par différents pourcentages de farine des épinards (5,7 et 10 %) calculé sur la masse de la semoule mise en œuvre fixé par des essais préliminaires.

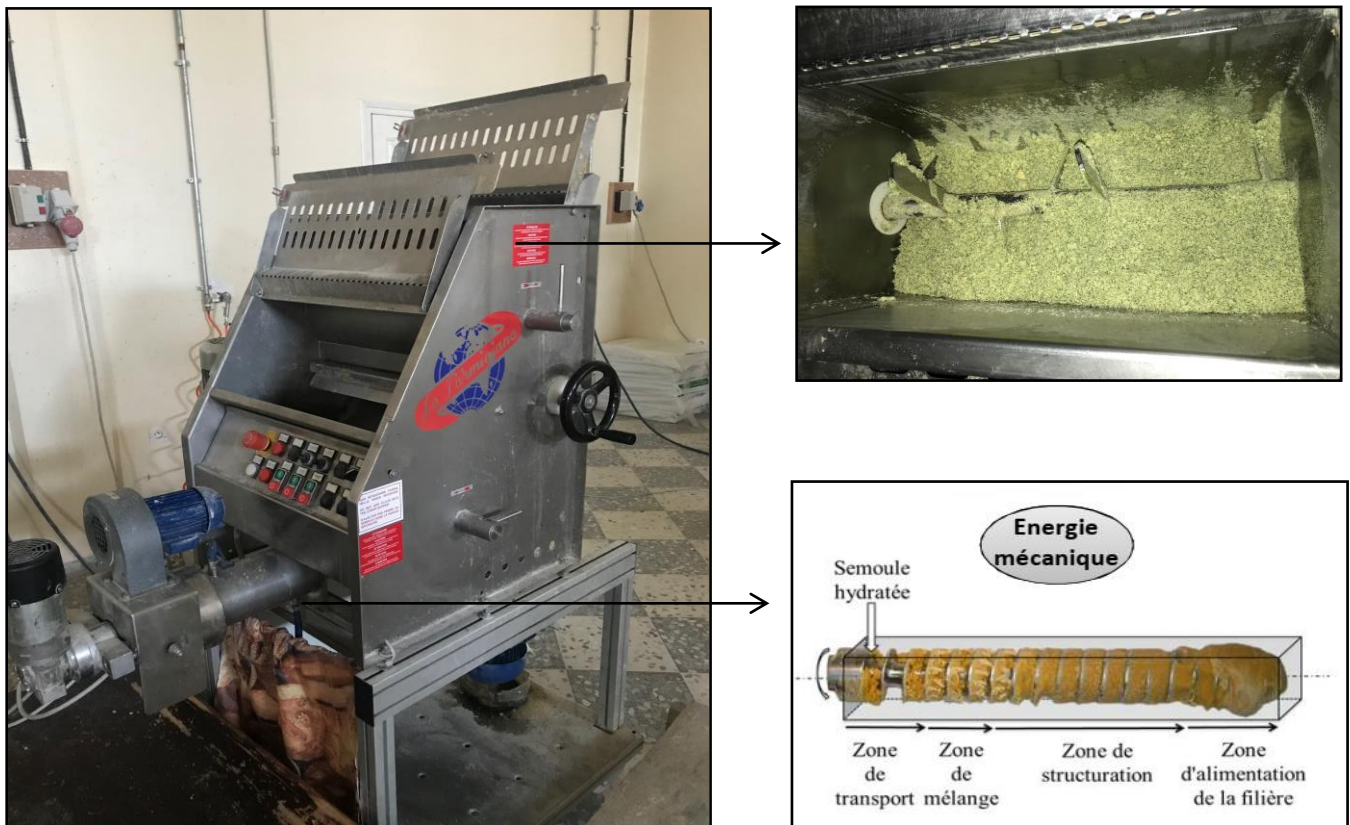


Figure 5 : Photographie et schéma montrent le fonctionnement de la machine utilisée dans la fabrication de *Rechta*

4.4. Analyses chimique des pâtes obtenues

Les échantillons des pâtes sont broyés afin de faciliter les différentes analyses chimiques. Ces analyses sont faites en triplicata.

4.4.1. Détermination du la teneur en eau

La détermination de la teneur en eau est réalisée selon la méthode décrite par la norme AFNOR N.F. V03-707 de juin 1989 (AFNOR, 1991). (Paragraphe 2.1).

4.4.2. Détermination du taux de cendres

Les cendres constituent le résidu obtenu après incinération à 900 °C dans des conditions cites par la norme AFNOR N.F. V03-720 de décembre 1981 (AFNOR, 1991) pendant 3 heures dans un four à moufle. (Paragraphe 2.2).

4.4.3. Dosage des protéines totales

La teneur en protéines totale est déterminée par la méthode de KJELDAHL selon les directifs de la norme AFNOR N.F. V03-050 de septembre 1970 (AFNOR, 1991). (Paragraphe 2.3).

4.5. Analyses sensorielles

L'appréciation de la qualité culinaire devrait se référer à l'avis d'un panel d'évaluation sensorielle chargé d'analyser les pâtes (Trentesau, 1995, cité par Boukezoula, 2003). L'objectif de cette analyse est la caractérisation des trois échantillons de *Rechta* fabriquée (témoin, 5%, 7% et 10% de farine des épinards). Pour cela, nous avons réalisé un test de notation, applicable pour l'évaluation d'un ensemble de propriétés organoleptiques.

4.5.1. Choix de jury

Le panel est constitué de 15 Sujets. Notre jury a été composé des étudiants de premier groupe de la deuxième année master de l'agroalimentaire et contrôle de qualité de l'Université Akli Mouhand Oulhadj (AMO) de Bouira considérés comme consommateurs habituels des pâtes alimentaires, sont aptes à juger ces produits.

4.5.2. Déroulement de l'essai

Quatre échantillons codés sont présentés devant le jury afin de les caractériser visuellement et par dégustation. En fait il examine la couleur, le collant, la fermeté, l'élasticité, l'odeur et l'aspect lisse ainsi le jury mentionne, sur la base de ces caractères, l'acceptabilité globale de chaque produit (figure 6)

4.5.3. Fiche d'évaluation sensorielle

Un formulaire de réponses a été distribué au jury accompagné d'un guide de notation.

L'échelle choisie est de 1 à 10, et l'intensité de chaque critère à noter est mentionnée dans un abaque présenté au jury afin d'éviter les confusions et uniformiser les notations.

Les dégustateurs attribuent des notes croissantes en fonction de l'intensité de chaque caractère (Figure 7).

4.6. Analyse statistique

Dans notre travail, la saisie et le traitement des résultats se font respectivement avec l'Excel 2016 et l'XLSTAT 2009. Les résultats sont exprimés en tant que moyenne $\pm$ écart type.

La comparaison entre plusieurs moyennes est réalisée à l'aide d'une ANOVA à deux facteurs. Le niveau de significativité est fixé à 0,05.

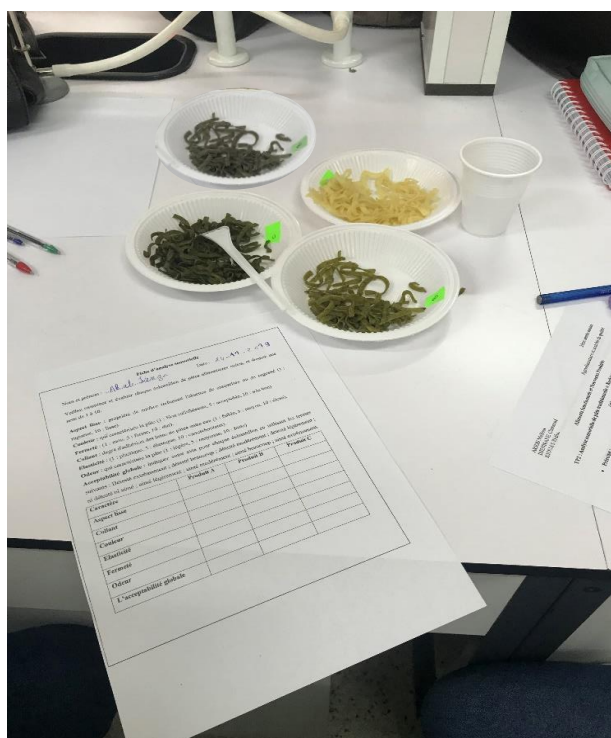


Figure 6 : Photographie de test de dégustation réalisé

Fiche d'analyse sensorielle

Nom et prénom :

Date :

Veillez examiner et évaluer chaque échantillon de pâtes alimentaires cuites, et donnez une note de 1 à 10.

Aspect lisse : propriété de surface indiquant l'absence de craquelure ou de rugosité (1 : rugueux, 10 : lisse).

Couleur : qui caractérise la pâte (1 : Non satisfaisante, 5 : acceptable, 10 : très bon)

Fermeté : (1 : mou, 5 : ferme, 10 : dur).

Collant : degré d'adhésion des brins de pâtes entre eux (1 : faible, 5 : moyen, 10 : élevé).

Elasticité : (1 : plastique, 5 : élastique, 10 : caoutchouteux).

Odeur : qui caractérise la pâte (1 : forte, 5 : moyenne, 10 : légère)

Acceptabilité globale : indiquer votre avis pour chaque échantillon en utilisant les termes suivants : Détesté extrêmement ; détesté beaucoup ; détesté modérément ; détesté légèrement ; ni détesté ni aimé ; aimé légèrement ; aimé modérément ; aimé beaucoup ; aimé extrêmement.

Caractère	Produit A	Produit B	Produit C	Produit D
Aspect lisse				
Collant				
Couleur				
Elasticité				
Fermeté				
Odeur				
L'acceptabilité globale				

Figure 7 : Bulletin de l'analyse sensorielle des pâtes cuites

1. Caractéristiques des matières premières

1.1. Caractéristiques physico-chimiques de la semoule

Hormis l'humidité, les résultats sont exprimés en pourcentage (%) de la matière sèche pour nous permettre de faire des comparaisons objectives .

Les teneurs moyennes d'humidité, des protéines, des lipides libres et des cendres de la semoule utilisée pour la fabrication des pâtes alimentaires sont exprimées, en pourcentage (%), dans le tableau 1.

Tableau 1 : Caractérisation chimique de la semoule.

Paramètres	Humidité	Cendres	Protéines	Lipides libres
Moyenne $\pm$ écart type (%)	12,406 $\pm$ 0,0057	0,85 $\pm$ 0,017	12,55 $\pm$ 0,269	2,153 $\pm$ 0,21

1.1.1. Teneur en eau

Les résultats enregistrés dans le tableau 1 montrent que la semoule de blé dur utilisée pour la fabrication de *Rechta* représente une humidité moyenne de 12,406 $\pm$ 0,0057 %. Cette dernière se situe dans l'intervalle rapporté par de nombreux auteurs variant entre (10 % - 13.10 %) entre autres Feinberg *et al.*, (1991) et Souci *et al.*, (1994). Toutefois, cette teneur en eau est du même ordre que le maximum fixé par l'arrêté interministériel du 25 mai 1997, relatif aux spécifications techniques des semoules de blé dur et aux conditions et modalités de leur étiquetage où la teneur en eau ne doit pas excéder 14,5 %. En effet, selon Kiger et Kiger (1967) cité par Brahimi (2014), l'humidité est très variable, elle dépend à la fois de la saison et de la quantité d'eau ajoutée au blé avant mouture.

1.1.2. Teneur en cendres

Selon Abecassis (1993), le taux des cendres reste le moyen officiel utilisé pour caractériser la pureté des semoules. La détermination de ce paramètre offre la possibilité de connaître la teneur en matière minérale globale des céréales et de leurs sous-produits (Godon *et al.*, 1991).

La teneur en cendres de la semoule utilisée dans le cadre de notre étude représenté dans le tableau 1 est de 0,85 $\pm$ 0,017 % (ms) se situe dans l'intervalle cité dans les normes fixées par l'arrêté interministériel du 25 mai 1997, relatif aux spécifications techniques des semoules de blé dur et aux conditions et modalités de leur étiquetage où le taux de cendres rapporté à la matière sèche d'une semoule supérieure est de 0,90% maximum avec une tolérance de 0,02 %.

1.1.3. Teneur en protéines

La semoule utilisée dans cette étude contient $12,55 \pm 0,269$ % (ms) de protéines (tableau 1). Cette teneur est très proche de celle donnée par Feinberg *et al.*, (1991) et Godon, (1991) qui est de 12,5 % (ms). La teneur en protéines des semoules exerce une influence considérable sur les propriétés viscoélastiques des pâtes et sur la qualité culinaire du produit fini (Mastuo *et al.*, 1970 ; Feillet, 2000 ; Sissons, 2008). Elle varie en fonction de la variété, des conditions de culture et le stade de maturité des grains (Selselet, 1991).

1.1.4. Teneur en lipides libres

La teneur en lipides de semoule utilisée dans la fabrication des pâtes est de $2,15 \pm 0,21$ % (ms) (tableau 1). Cette valeur est légèrement supérieure aux données rapportées par Yesli, (2001) soit une teneur de 1,96 % (ms). Toutefois, elle reste dans l'intervalle comprise entre 0,79 et 3,8 % (ms) soulignée par Favier *et al.* (1995).

1.1.5. Granulométrie de la semoule

La granulométrie d'une semoule permet de caractériser la répartition en taille et en nombre des particules dont elle est composée.

La granulométrie de la semoule affecte les propriétés d'absorption des pâtes et par conséquent la qualité du produit fini (Dick et Matsuo, 1988).

La granulométrie de la semoule utilisée pour la fabrication de *Rechta* est indiquée dans le tableau 2.

Tableau 2 : Granulométrie de la semoule utilisée dans la fabrication de *Rechta*.

Fraction	Semoule de blé dur (%)
$\geq 500 \mu\text{m}$	$0,011 \pm 0,001$
$[250-500[\mu\text{m}$	$12,074 \pm 0,241$
$[200-250[\mu\text{m}$	$79,123 \pm 0,859$
$[125-200[\mu\text{m}$	$7,153 \pm 0,243$
$<125 \mu\text{m}$	$1,026 \pm 0,072$

De tableau 2, il ressort que la fraction granulométrique la plus importante se situe dans l'intervalle $[200 - 250] \mu\text{m}$ avec un pourcentage de 79,123 pour la semoule de blé dur.

Selon la FAO (1995), les semoules de blé dur utilisées dans la fabrication des pâtes alimentaires sont en général d'une granulométrie supérieure ou égale à $212 \mu\text{m}$.

Abecassis (1991) indique que c'est dans cette proportion que les fabricants souhaitent recevoir leurs produits ce qui permettrait d'augmenter le débit des presses, de réduire la durée de malaxage tout en produisant des produits plus homogènes, plus lisses, sans grosses piqûres apparentes ni points blancs, sans altération aucune ni pour la couleur ni pour la qualité culinaire.

1.2. Caractéristiques technologiques de la semoule

Le gluten extrait de la semoule a une couleur crème jaunâtre, mou et élastique.

Le taux de gluten humide et sec et les caractéristiques rhéologiques du gluten semoule sont regroupés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Teneur en gluten et ses caractéristiques rhéologiques.

Caractéristiques du gluten	Teneurs
Gluten humide	33,21 ± 0,46 %
Gluten sec	9,65 ± 0,55 %
Coefficient d'hydratation	67,73 ± 2,65 %
Extensibilité	0,77 ± 0,15 cm
Ramollissement	3,92 ± 0,52 mm

Les résultats de tableau 3 indiquent qu'à l'état humide, la teneur en gluten est de 33.21 ± 0.46 %. D'après Godon (1991), la teneur en gluten humide doit être comprise entre 33 et 34%. En se référant à ces valeurs le gluten humide de notre semoule est considéré de bonne qualité.

La teneur en gluten sec de la semoule de blé dur utilisée dans notre étude est de 9.65 ± 0.55 %. D'après Lecoq (1965), cité par Messaadi et Samaï (2016), la teneur en gluten sec des semoules de bonne qualité varie entre 8 et 12 %. Donc on peut dire que notre semoule est de bonne qualité selon cet auteur.

La capacité d'hydratation est de 67.73 ± 2.65 %. Selon Kiger et Kiger (1967) cité par Brahimi (2014), la capacité d'hydratation d'un gluten normal est de l'ordre de 66% et peut s'élever jusqu'à 69%.

Selon les valeurs relatives à l'extensibilité indiquées dans le tableau 3 (0.77 ± 0.15 cm), on peut classer la semoule dans la catégorie des semoules à gluten de bonne qualité selon Kosmina et Kranz cités par Namoune (1989).

Le ramollissement de gluten de cette semoule est de 3.92 ± 0.52 mm. Selon les normes décrites par Krauzers *et al.* (1996), cité par Kezih (1998), le gluten de la semoule se classe dans la catégorie de gluten de bonne qualité.

1.3. Caractéristiques chimiques des épinards

Les caractéristiques chimiques de la farine des épinards utilisée dans ce travail sont représentées dans le tableau 4

Tableau 4 : Caractérisation chimique de la farine des épinards

Paramètres	Humidité	Cendres	Protéines
Moyenne $\pm$ écart type (%)	8,27 $\pm$ 0,49	30,67 $\pm$ 1,15	22,42 $\pm$ 2.1

1.3.1. Teneur en eau

Les résultats du tableau 4 montrent que l'humidité de la farine des épinards utilisée dans ce travail est de 8,27 $\pm$ 0,49 %. Cette valeur est basse parce que les plantes doivent subir un séchage poussé pour qu'elles puissent être broyées. Comme elle permet la conservation de nos échantillons dans de bonnes conditions.

1.3.2. Teneur en cendres

Les résultats du tableau 4 montrent que la teneur en cendres de la farine de l'épinard est de 30,67 $\pm$ 1,15% (ms). Cette valeur est très proche à celle donné Sehgal *et al.* (1975), cité par Nafir (1995), qui est de l'ordre de 31,7% (ms). Par ailleurs on note que le taux de cendre dépend de la variété de la plante, de la nature du sol et de l'ensoleillement

1.3.1. Teneur en protéines

Les résultats présentés au tableau 4 indiquent que la teneur en protéines de la farine de l'épinard est de 22,42 $\pm$ 2.1 % (ms). Comparé avec la teneur en protéines de l'épinard 26,16% (ms) trouvé par Gupta et Wagle (1988) cette valeur est un peu inférieure, cependant plusieurs facteurs peuvent influencer la teneur en protéines des plantes tel que la variété, le sol, le climat et le stade du cycle végétatif etc.

L'analyse des résultats présentés ci-dessus montrent que ces matières premières sont convenables à la fabrication de la pâte alimentaire « *Rehta* ».

1.4. Caractéristiques chimiques de *Rechta* obtenue

La caractérisation chimique des pâtes obtenues après séchage nous permis de mieux caractériser l'effet de l'incorporation de l'épinard sur leur composition.

Les résultats des analyses chimiques de pâtes obtenues avant et après incorporation de farine des épinards sont regroupés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Caractéristiques chimiques de *Rechta* enrichie à des différents taux de farine des épinards.

Paramètres (%) épinards	Humidité	Cendres	Protéines
0.0	12,30 ± 0,02	0,78 ± 0,12	12,50 ± 0,52
5	11,34 ± 0,12	2.40 ± 0,22	13,02 ± 0,24
7	11,04 ± 0,06	2,95 ± 0,12	13,27 ± 0,15
10	10,16 ± 0,07	3,78 ± 0,33	13.53 ± 0,45

1.4.1. Teneur en eau

Les résultats de la détermination de la teneur en eau sont présentés dans le tableau 5. Ces résultats montrent que ces valeurs ne dépassent pas la valeur donnée par Carini *et al.*, (2014) qui stipulent une valeur de 12,5 % dans les pâtes alimentaires.

1.4.2. Teneur en cendres

Les résultats de tableau 5 montrent que la teneur en cendre est de 0,78 ± 0,12 % (ms) pour *Rechta* témoin. L'augmentation du taux de farine de épinards incorporé engendre une augmentation progressive de la teneur en cendre (3,78 ± 0,33 % (ms) pour *Rechta* à 10 % de farine des épinards). L'augmentation de la teneur en cendre et due aux faites que la farine des épinards utilisé dans le présent travail est plus riche en cendre que la semoule de blé dur.

1.4.3. Teneur en protéines

Les résultats de tableau 5 indiquent que la teneur en protéines augmente en fonction du taux d'incorporation des épinards. Elle est de 12,50 ± 0,52 % (ms) pour *Rechta* témoin, et de 13.53 ± 0,45% (ms) pour *Rechta* à 10 % de farine de l'épinard. Cette augmentation de la teneur en protéines due à la richesse de la farine des épinards incorporée en protéines.

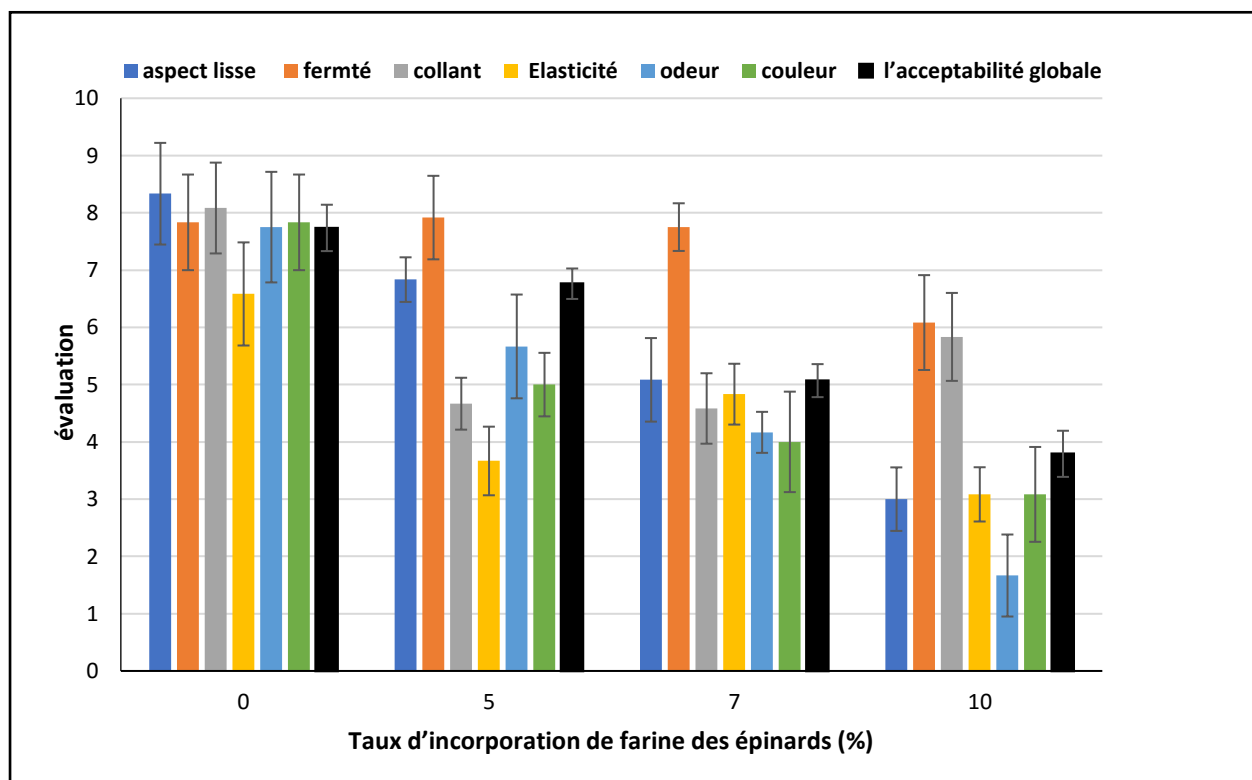


Figure 8 : Valeurs moyennes des analyses sensorielles des pâtes en fonction du taux d'incorporations de farine des   pinards.

2. Analyses sensorielles

2.1. Acceptabilité sensorielle globale

Les résultats de tableau 6 et de la figure 8 montrent que la pâte témoin issue de la semoule de blé dur a reçu le meilleur score ($p < 0,05$) pour l'acceptabilité globale (7.74 ± 0.47). Les pâtes blé dur-  pinard « BD-E » (95% - 5%) et BD-E (93% - 7%) ont reçu également un score acceptable supérieur à 5. Au contraire, la pâte BD-E (90%-10%) a obtenu une note inférieure à 5 de (3.79 ± 0.40) indiquant une mauvaise acceptabilité sensorielle. Ces résultats peuvent être dus au changement de couleur et au goût prononcé et surtout l'odeur forte des pâtes incorporées d'  pinard.

2.2. Profil sensoriel

L'analyse des données de profil sensoriel pour l'aspect lisse révèle que les pâtes incorporées avec de la farine des épinards ont des notes inférieur à celle de témoin. Les notes diminuent avec l'augmentation d'incorporation. L'ANOVA, au seuil de signification de 5%, confirme l'existence d'une différence significative entre les différentes pâtes à différents taux d'incorporation des   pinards.

Pour les notations sur le caractère fermeté, l'ANOVA montre qu'il n'existe pas de différences significatives ($p > 0,05$) entre la pâte témoin, la pâte BD-E (95% - 5%) et la pâte BD-E (93% - 7%). Mais ce test montre qu'il y'a une différence significative entre ces pâtes et la pâte BD-E (90%-10%).

Concernant le collant l'ANOVA montre qu'il y'a une différence significative ($p > 0,05$) entre la pâte témoin et les autres pâtes. Mais montre aussi qu'il n'existe pas de différence significative entre la pâte BD-E (95% - 5%) et la pâte BD-E (93% - 7%).

Pour les caractères élasticité et odeur l'ANOVA montre qu'il y'a une différence significative entre les différents types de pâtes et les meilleures notes sont obtenues par la pâte témoin.

Les pâtes incorporées à des différents taux de farine des épinards ont reçu des notes pour la couleur inférieure à celles du témoin. Ces résultats peuvent s'expliquer par le changement de couleur de jaune (couleur caractéristique des pâtes alimentaires) au vert (couleur des pigments des épinards).

L'évaluation sensorielle a montré que les pâtes incorporées avec de la farine des épinards à un taux de 5 % et de 7 % étaient acceptables. Contrairement, la pâte BD-E (90%-10%) a obtenu des notes faibles indiquant une mauvaise acceptabilité sensorielle. La pâte préférée par les dégustateurs correspond à la pâte témoin suivie par la pâte BD-E (95% - 5%) et la pâte BD-E (93% - 7%).

Tableau 6 : Acceptabilité globale et le profil sensoriel des différents échantillons.

Pâtes	Acceptabilité globale	Aspect lisse	Fermeté	Collant	Elasticité	Odeur	Couleur
Pâte témoin	7.74±0.47 ^a	8.33±0.89 ^a	7.83±0.83 ^a	8.08±0.79 ^a	6.58±0.90 ^a	8,42±0.90 ^a	7.83±0.83 ^a
Pâte BD-E (95%- 5%)	6.76±0.30 ^b	6.83±0.39 ^b	7.92±0.73 ^a	4.67±0.45 ^c	3.67±0.60 ^b	5.67±0.91 ^c	4.75±0.57 ^b
Pâte BD-E (93%- 7%)	5.07±0.22 ^c	5.08±0.73 ^c	7.75±0.42 ^a	4.58±0.6 ^c	4.83±0.53 ^c	4.17±0.36 ^b	4.00±0.88 ^c
Pâte BD-E (90%-10%)	3.79±0.40 ^d	3.00±0.55 ^d	6.08±0.83 ^b	5.83±0.77 ^b	3.08±0.47 ^d	1.67±0.72 ^d	3.08±0.83 ^d

BD : Blé dur ; E : Epinards

^{a,b,c,d}: Des lettres différents dans la même colonne indiquent qu'il y a une différence significative (p< 0.05).

L'objectif de présent travail est de prouver la faisabilité d'innover dans le domaine alimentaire traditionnel algérien en élaborant un nouveau produit à base de la pâte *Rechta* supplémentée par la farine d'épinards fabriquée à l'échelle industriel et la détermination de taux d'incorporation de celle-ci qui permet d'avoir une pâte de bonne qualité appréciable par le consommateur (proche de la qualité de pâte à base de semoule de blé dur).

Au cours de cette étude, nous avons atteint nos objectifs que nous avons fixés au début de notre travail.

Les résultats de la caractérisation biochimique et technologique des matières premières montrent que la semoule utilisée pour la fabrication de *Rechta* est de bonne qualité et nous a permis d'obtenir des pâtes témoins de bonne qualité.

Rechta est faisable avec des taux d'incorporation allant jusqu'à 10 % de farine des épinards. L'analyse de la composition biochimique des pâtes obtenues a permis essentiellement de faire ressortir que l'incorporation de la farine des épinards engendre une augmentation progressive des teneurs en protéines et en cendres à raison de la richesse de cette dernière en ces nutriments.

Les pâtes obtenues passent d'une coloration jaune (recherché par les consommateurs) à une coloration verte de plus en plus intense selon le pourcentage de la farine d'épinard incorporé.

Les résultats d'analyses sensorielles révèlent que les dégustateurs ont attribué des notes acceptables pour les pâtes enrichies avec des faibles pourcentages (5 et 7 %) de la farine des épinards.

A la lumière de nos résultats, nous pouvons dire que la pâte supplémentée par la farine des épinards est faisable d'un point de vue technologique et le meilleur taux d'incorporation de la farine des épinards se situe au voisinage de 5 % et pourra constituer un aliment fonctionnel au service des personnes qui cherchent toujours une alimentation équilibrée comme les sportifs et les consommateurs souffrant de maladies métaboliques tel que l'anémie, la constipation, diabète .. etc

Perspectives

Au terme de ce travail, nous proposons :

- D'affiner la recherche sur la qualité de pâtes incorporées des épinards en passant à leur caractérisation à l'échelle microscopique et moléculaire suivi d'une études de marketing pour faire connaitre le produit et faciliter sa commercialisation.
- De passer à des essais d'enrichissements avec d'autres plantes qui ont une valeur nutritive importante.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

Abecassis J. Abbou R. Chaurand M. Morel M.H. et Vernoux P., 1994. Influence of extrusion conditions on extrusion speed, temperature and pressure in the extruder and on pasta quality. *Cerealchemistry*, 71 (3), 247-253.

Abecassis J., 1991. La mouture de blé dur. In GODON B. Biotransformation des produits céréaliers. APRIA/INRA. Lavoisier Tec et Doc. Paris. 22.

Abecassis J., 1991. La mouture de blé dur. *In* GODON B. Biotransformation des produits céréaliers. APRIA/INRA. Ed. Lavoisier, Paris, 22

Abecassis J., 1993. Nouvelles possibilités d'apprécier la valeur meunière et la valeur semoulière des blés. *Industries des céréales* (81), 25-37.

AFNOR, 1991. Recueil de normes- contrôle de la qualité des produits alimentaires céréales et produits céréaliers. AFNOR/DGCCRF. 3ème édition. Paris. 360.

Agraphid, Monnet Y., Hulle M., Ighil E.T. et Robert Y., 1999. Les pucerons des plantes maraîchères : cycles biologiques et activités de vol.136

Aktan B. et Khan K., 1992.Effect of high-temperature drying of pasta on quality parameters and on solubility, gel electrophoresis, and reverse-phase high-performance liquid chromatography of protein components. *CerealChem.* 69 : 288-295.

Alais C. Linden G. et Miclot L., 2003. Biochimie alimentaire. Ed. MASSON, 245

B

Boudreau A. Matsuo R. Laing W., 1992. L'industrie des pâtes alimentaires : 193-223. In « Le blé. Eléments fondamentaux et transformation ». Coordonnateurs : Boudreau A. et Menard G., Ed. Les presses de l'Université Laval, Canada. 439.

Boukezoula F., 2003.Chekhchoukha : enquête de consommation dans l'Est algérien, fabrication traditionnelle et qualité. Mémoire de Magister, option Nutrition, INATAA, Université Mentouri- Constantine. 121.

Boullard B., 2001. Plantes Médicinales Du Monde : Croyances Et Réalités. Ed. Estem, 636

C

Carini E, Curti E, Minucciani M, A F, et Vittadini E, 2014. Pasta .chapitre 10 in "Engineering Aspects of Cereal and Cereal-Based Products" by Taylor and Francis Group. LLC.

Chillo, S., Laverse, J., Falcone, P., Protopapa, A., and Del Nobile, M., 2008. "Influence of the addition of buckwheat flour and durum wheat bran on spaghetti quality." *Journal of Cereal Science*, 47(2), 144-152.

Couplan F., 2009. Le régal végétal, plantes sauvages comestibles. Ed. Ellebore, 527

Cuq B. Abecassis J. Guilbert S., 2003. State diagrams to help describe wheat bread processing. *International Journal of Food Science & Technology*, 38 : 759-766.

D

Dalbon G. Grivon D. et Pagani M.A, 1996. Pasta: continuous manufacturing process. In: KRUGER J.E., MASTUO R.R., DICK J.W. *Pasta and noodle technology* St Paul, MN, USA: American Association of cereals chemists, 13-58

Del Nobile M.A. Baiano A. Conte A. et Mocci G., 2005. Influence of protein content on spaghetti cooking quality. *Journal of cereal science*, 41 : 347-356.

Dick J.W. et Matsuo R.R., 1988. Durum wheat and pasta product. In "wheat chemistry and Technology". Ed. AACC. St. Paul Minnesota, US, 507.

Duranti M., 2006. Grain legume proteins and nutraceutical properties. *Fitoterapia*, 77 (2), 67-82.

F

FAO 1995. Norme codex pour la semoule et la farine de blé dur, CODEX STAN 178- 1991, Rév. 1-1995: 4

Favier J.C. Ripert J. Toque C. et Feinberg M., 1995. Répertoire général des aliments, table de composition. 2^{ème} édition. Ed. Lavoisier, Paris, 897.

Feillet P. et Dexter J.E., 1996. Quality requirements of durum wheat for semolina milling and pasta production. In: KRUGER J.E., MASTUO R.R., DICK J.W. *Pasta and Noodle Technology*, ED: AACC, St Paul, Minnesota. 95-131.

Feillet P., 2000. Le grain de blé, composition et utilisation, Paris : 303.

Feinberg M. Favier J.C. et Irland-Ripert J., 1991. Répertoire général des aliments. INRA/Cuiqual-Régat/Lavoisier, Paris, 281

G

Gallegos-Infante J.A., Rocha-Guzman N.E., Gonzalez Laredo R.F., Ochoa-Martinez L.A., Corzo N., Bello-Perez L.A. 2010. Quality of spaghetti Pasta containing Mexican common bean flour (*Phaseolus vulgaris L.*). Food Chemistry, 119 : 1544-1549.

Godon B. et Loisel W., 1997. Guide pratique d'analyses dans les industries des céréales. Edit TEC et DOC, Lavoisier, 317-589.

Godon B. et Willm C. 1991. Les industries de première transformation des céréales. Technique et Documentation –Lavoisier.

Godon B., 1991. Composition biochimique des céréales : grains d'avoine, blé, maïs orge, seigle, triticales, 75 – 104.

Gupta K. et Wagle D.S., 1988. Nutritional and antinutritional factors of green leafy vegetables. J. Agric. Food Chem., 36, 3, 472-474.

J

Jurgen M, 2017. Analyse de référence selon la méthode de Dumas ou la méthode de Kjeldahl? Comparaison des méthodes et considérations pour l'analyse de l'azote / des protéines dans les denrées alimentaires et les aliments pour animaux. Livre blanc de FOSS.2

K

Kezih R., 1998. Galettes : mise au point de méthode de préparation et d'évaluation de la qualité. Thèse de magister. Option : génie industriel alimentaire. I.N.A.T.A.A, université des frères Mentouri Constantine.88

Kruger J. E. Mastuo R. R. et Dick J.W., 1996. Pasta and noodle technology. St. Paul, Minnesota: American Association of cereal chemist.

L

Lacoste S., 2014. Ma bible de la phytothérapie : Le guide de référence pour se soigner avec les plantes. Leduc.s Éditions, 648.

M

Mappa D., 2010. Les productions légumières. Educagri éditions, dijon. 163

Marconi, E., and Carcea, M. (2001). "Pasta from non traditional raw materials." *Cereal Foods World*, 46, 522-530.

Mastuo R. R. et Irvine G. N., 1970. Effect of gluten on the cooking quality of spaghetti. Board of grain commissioners for Canada, Grain Research Laboratory Winnipeg 2, Manitoba.

Mazoyer M., 2002. Larousse agricole, le monde paysan au XXI^e siècle. Ed. Lavoisier, Paris, 770

Mazoyer M., 2002. Larousse agricole, le monde paysan au XXI^e siècle. Ed. Lavoisier, Paris, 770

Melcion J. P., 2000. La granulométrie de l'aliment : principe, mesure et obtention. INRA Prod. Anim, Paris. 13(2), 81-89.

Messaâdi H. A.Samaï S., 2016. Etude comparative des paramètres physicochimiques, technologiques, rhéologiques et microbiologiques des différentes marques de semoule mises sur le marché de la commune de Tébessa, Mémoire de master ,Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie ,Université de Larbi Tébessi .Tébessa. 45-46.

Miceli, A., Francesca, N., Moschetti, G., and Settanni, L. (2015). "The influence of addition of *Borago officinalis* with antibacterial activity on the sensory quality of fresh pasta." *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 2(2), 93-97.

Munro D. B. et Small E., 1998. Les légumes du Canada. Ed. Nrc Research Press. 436

N

Nafir S., 1995. Valeur nutritionnel de l'épinard (*Spinacia oleracea*) : effet de deux modes de cuisson. Thèse de magister, option : nutrition appliquée, DINATAA, Université Mentouri, Constantine, Algérie, 141.

Namoune H., 1989. Détermination des aptitudes technologiques des principales variétés de blé tendre cultivées en Algérie. Thèse de Magistère : option génie industrie alimentaire. I.N.A.T.A.A. Université des Frères Mentouri, Constantine, Algérie. 109

P

Pagani M.A. Gallant D. Bouchet B. et Resmini P., 1986. Ultra-structure of cooked spaghetti. Food Microstructure, 5, 111-129.

Petitot M. Boyer L. Minier C. et Micard V., 2010. Fortification of pasta with split pea and faba bean flours: Pasta processing and quality evaluation. Food Research International 43. 634–641.

Petitot M. Brossard C. Barrona C. Larre C. Morel M.H. et Micard V., 2009b. Modification of pasta structure induced by high drying temperatures. Effects on the invitro digestibility of protein and starch fractions and the potential allergenicity of proteinhydrolysates. Food Chemistry, 116(2), 401-412.

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.

Purnima C. Ramasarma P. R. et Prabhasankar P., 2011. Studies on effect of additives on protein profile, microstructure and quality characteristics of pasta. Association of Food Scientists & Technologists.

S

Selselet A., 1991. Technologie des céréales et produits céréaliers. Institut de technologie agricole de Mostaganem, 147.

Sissons M., 2008. Role of durum wheat composition on the quality of pasta and bread. Food 2 (2), 75- 90. Global Science Books.

Sissons M., 2008. Role of durum wheat composition on the quality of pasta and bread. Food 2 (2), 75- 90.

Souci S. W. Fachmann W. et Kraut H., 1994. La composition des aliments : tableau des valeurs nutritives. Medpharm Scientific publishers. 5ème édition. Stuttgart. Germany. 109

T

Tazrart, K., 2015.Formulation et qualité nutritionnelle de pâtes alimentaires enrichies en légumineuses, thèse de doctorat, 12

Turnbull K., 2001.Quality assurance in a dry pasta factory. In: KILL R.C, TURNBULL K (Ed) Pasta and Semolina Technology, Blackwell Scientific, Oxtord, 181-221.

Y

Yesli A., 2001. Etude de l'influence des lipides sur la qualité technologique de quelques variétés de blé algérien. Thèse de Magister. INA. EL-HARRACH, Alger, 98.

Z

Zweifel C. Handschin S. Escher F. et Cond-Petit B., 2003.Influence if high-temperature drying on structural and textural properties of durum wheat pasta. Cereal Chemistry : 80 (2), 159-167.

Agzul

Iswi se unadi-agi d asebgén n uzal n trektit n rrecta tansayt i yeswaxedmen s tfarint ney sselq yezden ,ad d-nini ačhal ilaqen n tfarint i wakken ad d-nefk tarektit s wudem yelhan i usnérni n tmusni tansayt n tgemmi n usewwi azzayri.

Udem n teybula tigamanin awren d tfarint n sselq tella-d fell-as tezrawt s tešleđt takimyant s wayen s3an waman d ufmiđi n yiđiyden ayen yellan d l'prutin akk d lidam tilelliyyin d uqis n t3eqqayin d tulumist tateknulujit i wewren.tella-d tezrawt yifuras ineggura ilmend n tešleđt takimyant d tešleđt n uram.

Isufar n trektit n rrecta sbegnen-d yal tikkelt mi ara s-rnun tafarint n sselq ad-ay-d-rnu ayen tes3a yer daxel n leprotin akked yiđiyden. Ilmend n tešleđt n waram fkan-d wid yrmen tazmilt yelhan i trektit i wumi nexdem semmus yef twinest řa yef twinest seg tfarint n sselq ilmend n tiđmi n trektit d usmenyef n uggaz ugar n sselq.

Di taggara nessaweđ ad d-nini tarektit-a yettwaxedmen s tfarint n sselq tezmer ad tili d afaris amaynut .tazmilt i yufraren yettwanefken i trektit n sselq ad tili semmus yef twinest ilmend n wid i tt-i3erđen anect-a d ayen yeğğan ad tt-nessufey yer tmura n berra ney ad tt-neğğ deg tmurt-nney sya yer zdat

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى إثبات قابلية صناعة العجينة التقليدية للرشّة المكّلة بمسحوق السبانخ و تحديد معدل الدمج لهذا المسحوق و الذي يسمح بالحصول على عجينة ذات نوعية جيدة، و ذلك من أجل تثمين و تطوير المعرفة التقليدية لتراث الطهي الجزائري.

حيث تمت دراسة نوعية المواد الأولية ; دقيقة مسحوق السبانخ ; بواسطة تحليلات فيزيو- كيميائية عبر تحديد كل من الرطوبة التي تحتويها ، كمية رماد السبانخ، كمية البروتينات الكاملة ، كمية الليبيدات الحرة (الدهون)، و كذلك عبر قياس الحبيبات و عن طريق التوصيف التكنولوجي للسميد. تمت دراسة جودة المنتجات النهائية من خلال التحليلات الكيميائية والتحليل الحسي.

سمح التحليل الكيميائي لتركيبية العجائن التي تم الحصول عليها بصفة أساسية من تبيان أن دمج مسحوق السبانخ يؤدي إلى زيادة تدريجية في محتوى البروتينات و رماد السبانخ.

كما تبيان نتائج اختبار التذوق أن المتذوقين أعطوا علامات مقبولة للعجائن المكّلة بنسب منخفضة (من 5 إلى 7 %) من مسحوق السبانخ ، و أنهم استحسنوا لون و نكهة العجين أكثر من السبانخ.

بالتالي يمكن استنتاج أن العجينة المكّلة بمسحوق السبانخ كمنتوج جديد و مركب قابلة للإنتاج من الناحية التكنولوجية ، و أن أفضل نسبة دمج لمسحوق السبانخ هي حوالي (5 %) حسب النتائج التي قدمها اختبار التذوق. هذا الأمر سيسمح بتسويق هذا المنتج الغذائي على المستوى الوطني كما سيفتح آفاق مستقبلية لتسويقه على المستوى العالمي كمنظور مستقبلي.

الكلمات المفتاحية: السميد ، السبانخ ، الرشّة ، المكملات الغذائية ، جودة الطهي ، الغذاء الوظيفي.

Résumé

L'objectif de présent travail est de prouver la faisabilité de la pâte traditionnelle *Rechta* supplémentée par la farine des épinards et la détermination de taux d'incorporation de celle-ci qui permet d'avoir une pâte de bonne qualité afin de valoriser et améliorer le savoir-faire traditionnel du patrimoine culinaire algérien.

La qualité de matières premières ; semoule et farine des épinards ; a été étudiée par des analyses physico-chimiques par la détermination de : teneur en eau, taux de cendres, dosage des protéines totales, dosage des lipides libres et granulométrie et par caractérisation technologique de la semoule. La qualité des produits finis a été étudiée par des analyses chimiques et par l'analyse sensorielle.

L'analyse de la composition biochimique des pâtes obtenues a permis essentiellement de faire ressortir que l'incorporation de la farine des épinards engendre une augmentation progressive des teneurs en protéines et en cendres. Les résultats d'analyses sensorielles révèlent que les dégustateurs ont attribué des notes acceptables pour les pâtes enrichies avec des faibles pourcentages (5 et 7 %) de la farine des épinards su leur préférence de la couleur et la saveur de la pâte plus que l'épinard.

Donc, nous pouvons conclure que la pâte supplémentée par la farine des épinards comme nouveau produit élaboré est faisable d'un point de vue technologique et le meilleur taux d'incorporation de la farine des épinards se situe au voisinage de 5 % selon le gout des consommateurs, cela permettra commercialiser cet aliment fonctionnel à l'échelle national et international comme une perspective d'avenir.

Mots clés : semoule, épinard, *Rechta*, supplémentation, qualité culinaire, aliment fonctionnel.

Summary

The objective of this work is to prove the feasibility of the traditional *Rechta* dough supplemented with spinach flour and the determination of the incorporation rate of this one, which allows having a good quality dough in order to enhance and improve the traditional expertise of Algerian culinary heritage.

The quality of raw materials ; semolina and spinach flour ; was studied by physicochemical analyzes by the determination of : water content, ash content, dosage of total proteins, dosage of free lipids and granulometry and by technological characterization of the semolina. The quality of the finished products was studied by chemical analysis and by sensory analysis.

Analysis of the biochemical composition of the pasta obtained essentially made it possible to show that the incorporation of the spinach flour generates a gradual increase in the protein and ash contents. The results of sensory analysis reveal that the tasters assigned acceptable scores for the enriched pasta with low percentages (5 and 7%) of the spinach flour on their preference of the color and flavor of the dough more than the spinach.

Therefore, we can conclude that the dough supplemented with spinach flour as a new product developed is achievable from a technological point of view and the best incorporation rate of spinach flour is around 5% depending on the taste of the consumers, this will allow the marketing of this functional food nationally and internationally as a future prospect.

Keywords: semolina, spinach, *Rechta*, supplementation, culinary quality, functional food.