REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
Université 20 août 1955 Skikda

Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques

Filière : Sciences Alimentaires

Option : Agroalimentaire et qualité des produits

Mémoire de fin d'études :

En vue de l'obtention du diplôme de Master II

Thème :

CARACTERISATION PHYSICOCHIMIQUE, TECHNOLOGIQUE ET SENSORIELLE D'UN BOUILLON DE CUISSON TRADITIONNEL EN VUE DE SA VALORISATION ALIMENTAIRE

Présenté par :

- **ARROUAG KHOULOUD**
- **KISSAR NAILA**
- **REMITA AHLEM**
- **ZAIR AMINA**

Membres de Jury :

Mme : DJEFFAL Samia	Prof.	**Présidente**	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mme : LAIB Imen	MCA	**Examinatrice**	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mme : BECHIRI Loubna	MCA	**Promotrice**	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mme : LOUAHEM Besma Amel	Doctorante	**Co-Encadreur**	Université du 20 août 1955 – Skikda

Année universitaire : 2025-2026

Remerciements

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux.
« Et ma réussite ne dépend que d'Allah. » (Coran 11:88)

Louange à Allah, par la grâce de qui les bonnes œuvres s'accomplissent, Celui qui nous a guidées, nous a accordé la réussite et nous a permis d'atteindre cette étape de notre parcours universitaire.

Nous adressons nos plus sincères remerciements et notre profonde gratitude à tous nos enseignants, qui nous ont transmis leur savoir, nous ont guidées et accompagnées tout au long de notre formation. Grâce à leur dévouement, ils ont été pour nous des modèles et une source d'inspiration.

Nous adressons également nos sincères remerciements aux honorables membres du jury, Madame DJEFFAL Samia et Dr LAIB Iman, pour avoir accepté d'évaluer ce travail. Nous leur exprimons notre profonde gratitude pour le temps consacré à l'examen de ce mémoire, ainsi que pour leurs remarques constructives, leurs conseils avisés et leurs précieuses recommandations qui contribueront à l'amélioration de ce travail.

Nous exprimons tout particulièrement notre profonde reconnaissance à nos encadrantes, Madame BECHIRI Loubna et tout spécialement Madame LOUAHEM Besma Amel, pour leur accompagnement, leur disponibilité, leur patience, leurs précieux conseils et leur engagement tout au long de la réalisation de ce travail. Les mots ne sauraient exprimer toute notre gratitude. Qu'elles trouvent ici l'expression de notre profond respect et de notre immense reconnaissance.

Nous adressons également nos sincères remerciements à la directrice du Laboratoire de Répression des Fraudes de Skikda pour son soutien et son accompagnement.

Nos remerciements les plus chaleureux vont également à Madame KHAZRI Dounia Zed, responsable des laboratoires de la Faculté des Sciences Agronomie de l'Université de Skikda, pour ses efforts, son soutien constant et sa bienveillance. Nous adressons également nos sincères remerciements aux ingénieures de laboratoire, Madame Aziza et Mme Afaf, pour leur aide précieuse, leur disponibilité et leur précieuse collaboration tout au long des travaux expérimentaux.

Nous tenons aussi à remercier Madame REDJEM Sara, une enseignante exemplaire, toujours persévérante, encourageante et soucieuse de nous motiver tout au long de notre parcours.

Enfin, nous exprimons notre profonde gratitude à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réussite de ce travail, que ce soit par leur aide, leurs conseils, leurs encouragements ou simplement par une prière sincère. Nous leur adressons nos plus vifs remerciements et prions Allah de récompenser chacun d'entre eux et d'accepter ce travail comme une œuvre sincèrement accomplie pour Sa satisfaction.

Dédicace :
ARROUAG Khouloud

À mes chers parents,

Aucune dédicace ne saurait exprimer ma profonde gratitude pour vos sacrifices, votre amour et votre soutien continu. Vous êtes la raison derrière chaque réussite que j'accomplis, et grâce à vous, j'ai pu atteindre cette étape.

À ma famille bien-aimée, et tout particulièrement à mon cher frère, merci pour votre amour, votre présence et vos encouragements qui ont eu un grand impact sur mon parcours.

À mes chers grands-parents

J'aurais tellement souhaité que vous soyez présents pour partager cette joie avec moi. Sans vous, après la volonté de Dieu, je ne serais pas arrivée là où je suis aujourd'hui. Que Dieu vous accorde Sa miséricorde et vous accueille dans Son vaste paradis.

À mon institutrice du primaire, Madame Hedda, qui m'a transmis le goût et l'amour de l'apprentissage, merci d'avoir été celle qui a éveillé ma passion pour le savoir.

À mon adorable enseignante, Madame Besma, merci pour vos orientations, votre soutien et vos précieux conseils qui ont contribué à la réalisation de ce travail. Je vous adresse tout mon respect et ma reconnaissance.

À toutes les personnes qui m'ont soutenue de près ou de loin, je dédie ce travail avec amour et gratitude.

ZAIR Amina

Je dédie le fruit de mon travail et ma remise de diplôme à l'héroïne de mon parcours et au secret de ma réussite, ma chère mère, qui a été mon soutien et ma force à chaque étape. Que Dieu la bénisse abondamment.

Et à mon père bien-aimé, que Dieu ait pitié de lui, mon cher disparu, ton corps m'a quittée, mais ta présence dans mon cœur et mon âme ne me quitte jamais. Je prie Dieu de faire de ta tombe un jardin du Paradis et que tu reposes en paix dans Son infinie miséricorde.

Et à mon cher fiancé, l'homme au cœur fidèle, qui a été mon plus grand soutien et mon aide tout au long de ce parcours, j'exprime ma plus profonde gratitude et ma plus grande reconnaissance.

Je dédie également ce succès à tous les membres de la famille ZAIR, du plus jeune au plus âgé, et à tous ceux qui ont partagé ma joie et m'ont soutenue par leurs prières et leurs paroles bienveillantes.

À vous tous, je dédie ce succès, avec tout mon amour et ma gratitude.

KISSAR Naila

Je dédie avec tout mon amour le fruit de ma réussite à moi-même, cette personne forte et admirable qui a su surmonter tous les obstacles malgré les difficultés.

À celui dont mon nom est indissociable du sien, cet homme exceptionnel qui a ôté les épines de mon chemin afin de me tracer la voie du savoir, mon soutien, mon refuge et ce que j'ai de plus précieux : mon cher père.

À celle que les mots sont incapables de décrire, celle qui fut la lumière dans mon obscurité et dont les prières ont été le secret de ma réussite, à mon modèle et à ma grande dame : ma chère mère.

Aux symboles de la fidélité et à la source de l'amour, à mes frères et sœurs, merci pour votre amour sincère et votre soutien inconditionnel. Vous avez votre part dans la joie de cette réussite et dans chacun des succès que j'accomplirai.

Enfin à celle qui m'a soutenue sans relâche et m'a tendu la main dans les moments les lus difficiles. Merci pour ta présence, ton aide sincère et ton amitié précieuse Silia KISSAR.

Ahlem REMITA

Tout d'abord, je remercie Dieu Tout-Puissant pour la force, la patience et la volonté qu'Il m'a accordées pour mener à bien ce travail.

Je dédie ce modeste travail à moi-même, pour ma persévérance, mes efforts et ma détermination tout au long de ce parcours.

À ma chère mère,

pour son amour inconditionnel, sa tendresse, ses sacrifices, sa patience et son soutien constant tout au long de mon parcours. Je lui adresse toute ma gratitude pour sa présence, ses prières et les efforts précieux qu'elle n'a cessé de m'offrir.

À mon cher père,

pour son amour, ses sacrifices, sa confiance, ses conseils et son encouragement permanent. Je le remercie pour tout ce qu'il a fait afin de m'aider à avancer avec force, courage et détermination. Qu'Allah lui accorde une guérison complète, une santé durable et le préserve pour nous.

À ma famille

mes frères Abdelhalim, Zinedine et Houssam Eddine, à mes sœurs Soumia et Chaima, à mes belle sœurs Hafsa et Abir , à mon beau-frère Samir, ainsi qu'à mes neveux Ayhem et Monjid. Une pensée particulière à Tajeddine et Layane , qui m'ont apporté joie, énergie et motivation.

À mes collègues de mémoire

Naïla, Khouloud et Amina, pour leur aide, leur soutien et leur présence tout au long de ce travail.

J'exprime aussi ma profonde gratitude à Mme LOUAHEM Besma Amel pour son encadrement, ses conseils et son soutien précieux. Je la respecte énormément et lui souhaite plein succès dans tout ce qu'elle entreprend.

SOMMAIRE

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Liste des annexes

INTRODUCTION..... 1

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 01: généralités sur les bouillons.....3

1. Les bouillons : définition, terminologie et évolution historique..... 3

1.1 Définition et terminologie des bouillons.....3

1.2. Évolution historique et terminologique 3

2. Historique des bouillons de cuisson 3

3. Types des bouillons 4

3.1. Bouillons carnés 4

3.2. Bouillons mixtes 4

3.3. Bouillons traditionnel vs industriel.....4

4. Rôles et importante des bouillons de cuisson de viande 5

4.1. Dimension socioculturelle et culinaire.....5

4.1.1. Dimension culturelle et patrimoniale 5

4.1.2. Dimension sociale..... 6

4.1.3. Rôle culinaire dans les plats traditionnels 6

4.2. Rôle technologique, nutritionnelle et économique 6

4.2.1. Importance technologique.....6

4.2.2. Valeur nutritionnelle..... 7

4.2.3. Contribution aux qualités sensorielles 8

4.2.4. Valeur économique et position sur le marché 8

Chapitre 02 : Composition et transformations biochimiques des bouillons de viande au

cours de la cuisson.....9
5. Les principaux constituants des bouillons de cuisson de viande 9
5.1. Eau 9
5.2 Protéines et composés azotés..... 9
5.3 Lipides 9
5.4 Collagène, gélatine et composés gélifiants 10
5.5 Vitamines 10
5.6 Minéraux 11
6. Facteurs influençant la composition et la qualité des bouillons de viande 11
6.1 Type de muscle espèce animale..... 11
6.1.1. Type de muscle 11
6.1.2. Teneur en tissu adipeux 12
6.2 Etat initial de la viande 12
6.3 Taille de morceaux et surface de contact 12
6.4 Temps et température de cuisson 13
6.5 pH et acidité de bouillon 13
6.6. Sécurité sanitaire et aspect toxicologiques..... 14
7. Transformations physico-chimiques au cours de la cuisson des bouillons de viande..... 15
7.1. Transformations biochimiques..... 15
7.1.1. Dénaturation des protéines musculaires 15
7.1.2. Coagulation des protéines et formation de réseaux protéiques 15
7.1.3 Hydrolyse du collagène et formation de gélatine 16
7.2 Transformation chimiques 16
7.2.1 Oxydation des lipides 16
7.2.2 Solubilisation des composés hydrosolubles et liposoluble 17
7.3. Transformation physicochimique..... 18
7.3.1 Diffusion et formation des composés aromatiques 18
Chapitre 03 : Valorisation des bouillons de cuisson à base de viande 19
8. Bouillons traditionnels de viande à travers le monde..... 19
9. Intéret de valorisation des bouillons de viande en industrie alimentaire..... 20
10. Techniques de valorisation des bouillons traditionnels 20

10 .1 Bouillons liquides prêts à l'emploi 20
10.2. Bouillons concentrés 21
10.3. Bouillons déshydratés. 21
10.3.1 Atomisation 21
10.3.2 Lyophilisation 22
11. *Khliaa Ezir* : une source de bouillon traditionnel à valoriser 22
11.1 Définition de *Khliaa Ezir* 22
11.2 Histoire et origine de *Khliaa Ezir* 23
11.3 Préparation de bouillon *Khliaa Ezir* 23
11.3.1. Préparation 24
11.3.2 Enrobage et marinade L'enrobage 24
11.3.3. Cuisson 25
11.3.4. Conservation 25
11.4. Consommation de *Khliaa Ezir* 25
11.5. Etats de connaissance sur *Khliaa Ezir* 25

PARTIE PRATIQUE

MATERIEL ET METHODES **29**
1. Préparation de *Khliaa Ezir* et échantillonnage 29
1.1. Matériel biologique 29
1.2 . Ingrédients et matériels utilisés 29
1.3. Préparation de *Khliaa Ezir* et collecte du bouillon 30
1.4. Échantillonnage et Points de prélèvement 30
2. Essai de valorisation et de transformation du bouillon de cuisson à la fin de cuisson 31
3. Caractérisation de la composition chimique de bouillon de *Khliaa Ezir* 33
3.1. Détermination de la teneur en matière sèche 33
3.2. Détermination de la teneur en cendres 33
3.3. Détermination de la teneur en chlorure de sodium 34

3.4. Détermination de la teneur en matière grasse 35
3.5. Dosage des protéines 36
3.6. Calcul des glucides (Carbohydrates)..... 37
3.7. Calcul de l'énergie totale (Gross Energy -GE) 37
4. Caractérisation physico- chimique et technologique de bouillon de *Khliaa Ezir* 37
4.1. Détermination de pH 37
4.2. Détermination de l'acidité titrable 38
4.3. Détermination de la conductivité 39
4.4. Détermination de la couleur… 39
4.5. Détermination de la densité 40
4.6. Détermination de degré de Brix 40
5. Stabilité au stockage 41
6. Analyses microbiologiques..... 41
6.1. Préparation de la suspension mère et des dilutions décimales 42
6.2. Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FMAT)..... 43
6.3. Dénombrement des coliformes totaux 43
6.4. Dénombrement des coliformes fécaux 43
6.5. Dénombrement des bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ASR) 44
6.6. Dénombrement de Staphylococcus aureus 44
6.7. Recherche de Salmonella… 45
7. Caractérisation de la qualité sensorielle de bouillon *Khliaa Ezir* 46
8. Caractérisation des habitudes de consommation et valorisation du bouillon de *Khliaa Ezir* ……..…….……47
8.1. Réalisation de l'enquête 47
8.2. Questionnaire de l'enquête 47
8.3. Population cible 48
8.4. Population enquêtée ou échantillon… 48
8.5. Test du questionnaire et pré-enquête 48
9. Analyse statistique 48
RESULTATS ET DISCUSSION… **50**

1. Evolution de la composition biochimique du bouillon de *Khliaa Ezir* au cours de la cuisson ……..50

1.1. Effet du temps de cuisson sur la matière sèche 50

1.2. Effet du temps de cuisson sur la teneur en cendres 50

1.3. Effet du temps de cuisson sur la teneur en protéines 52

1.4 Effet du temps de cuisson sur la teneur en matière grasse 52

1.5. Effet du temps de cuisson sur de la teneur en chlorures de sodium (NaCl)..... 53

2. Evolution des caractéristiques physico-chimique et technologiques du bouillon de *Khliaa Ezir* au cours de la cuisson 54

2.1. Effet du temps de cuisson sur de pH et acidité 55

2.2. Effet du temps de cuisson sur la couleur 56

2.3. Effet du temps de cuisson sur la densité 57

2.4. Effet du temps de cuisson sur degré Brix 58

2.5. Effet du temps de cuisson sur la conductivité 59

2.6. Effet du temps de cuisson sur de l'indice de stabilité…..... 60

3. Caractérisation microbiologique du bouillon de *Khliaa Ezir* 61

4. Profil sensoriel du bouillon de *Khliaa Ezir* 63

5. Composition moyenne du bouillon de *Khliaa Ezir* a la fin de la cuisson… 64

6. Essai préliminaire de valorisation et transformation du bouillon à la fin de cuisson… 65

6.1. Rendement de séchage..... 65

6.2. Aspect du produit obtenu..... 66

7. Etude de consommation du bouillon de *Khliaa Ezir*..... 66

7.1. Caractérisation démographique de la population… 66

7.1.1. Sexe..... 66

7.1.2 Age..... 67

7.1.3 Zone de résidence et Wilaya..... 67

7.1.4. Niveau d'instruction…..... 68

7.2. Connaissance de *Khliaa Ezir* 68
7.2.1. Occasions de préparation du *Khliaa Ezir* et type de viande utilise..... 69
7.2.2 Habitudes de consommation et d'utilisation des bouillons de viande 69
7.3. Habitudes de consommation et pratiques culinaires du bouillon de *Khliaa Ezir* 69
7.3.1. Utilisation et conservation du bouillon de *Khliaa Ezir* 70
7.3.2 Raisons d'utilisation du bouillon de cuisson du *Khliaa Ezir*..... 70
7.3.3 Raisons de non-utilisation du bouillon de cuisson du *Khliaa Ezir*..... 70
7.4. Potentiel de valorisation industrielle.....71
7.4.1 Evaluation sensorielle du bouillon de *Khliaa Ezir* 71
7.4.2 Perception de la valeur nutritionnelle du bouillon de *Khliaa Ezir*..... 71
7.4.3 Avis des consommateurs sur la valorisation industrielle et l'intention d'achat du bouillon de *Khliaa Ezir* 72
7.4.4 Forme de présentation préférée pour la commercialisation du bouillon de *Khliaa Ezir* ……...…73
7.4.5 Principaux arguments d'achat du bouillon de *Khliaa Ezir*..... 73
7.4.6 Suggestions des répondants pour la valorisation ou l'utilisation du bouillon de *Khliaa Ezir* 74
7.5. Limites de l'étude 74
CONCLUSION.....76
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....78
ANNEXES
RESUME

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : Évolution de la composition biochimique du bouillon de *Khliaa Ezir* au cours de la cuisson… 58

Tableau 02 : Caractéristiques microbiologiques du bouiillon de *Khliaa Ezir* 67

Tableau 03 : Composition biochimique moyenne et valeur énergétique du bouillon de *Khliaa Ezir* à la fin de la cuisson ($T_{90\ min}$), exprimées par rapport à la matière humide (g/100 g) 71

Liste des Figures

Figure 01 : Diagramme de préparation traditionnelle de *Khliaa Ezir*..... 23

Figure 02 : Démarche expérimentale pour la caractérisation du bouillon de *Khliaa Ezir* au cours de la cuisson..... 30

Figure 03 : Diagramme de préparation traditionnelle de bouillon de *Khliaa Ezir* 32

Figure 04 : Diagramme technologique des étapes de transformation et de conditionnement du bouillon de *Khliaa Ezir* dans le cadre d'un essai de valorisation 35

Figure 05 : Détermination de la matière sèche de Khliaa Ezir 36

Figure 06 : Détermination de la teneur en cendres de bouillon de *Khliaa Ezir*.....37

Figure 07 : Dosage des chlorures (NaCl) du bouillon de *Khliaa Ezir* par la méthode Mohr ……..38

Figure 08 : Détermination de la teneur en lipides (Randall).....39

Figure 09 : Détermination de la teneur en protéines selon la méthode de kjeldahl (Digestion, Distillation, Titration) 40

Figure 10 : mesure de pH de bouillon de *Khliaa Ezir* 41

Figure 11 : Mesure de l'acidité titrable de bouillon de cuisson de *Khliaa Ezir*..... 42

Figure 12: Appareillage de mesure de la conductivité électrique.....43

Figure 13: Détermination de la densité du bouillon de cuisson de *Khliaa Ezir*..... 44

Figure 14: Mesure du degré Brix de bouillon de *Khliaa Ezir* a l'aide d'un réfractomètre ……..45

Figure 15 : Schéma résumant les analyses microbiologiques effectuées sur bouillon *Khliaa Ezir*.....46

Figure 16 : Dénombrement des staphylocoques sur gélose Baird-Parker (BPA) : ensemencement et incubation à 37 °C 50

Figure 17 : Isolement sélectif de Salmonella sur gélose Hektoen 50

Figure 18 : Evaluation de la qualité sensorielle de bouillon *Khliaa Ezir* 52

Figure 19 : Evolution des paramètres technologique et physicochimiques au cours du temps de cuisson du bouillon de *Khliaa Ezir*.....63

Figure 20 : Évolution des caractéristiques physicochimiques du bouillon de *Khliaa Ezir* au cours de temps de cuisson (min).....65

Figure 21 : Indice de stabilité du bouillon de *Khliaa Ezir* pendant le stockage réfrigéré (T0, T7et T14).....68

Figure 22 : Profil sensoriel de bouillon de *Khliaa Ezir* après 90 min de cuisson.....70

Figure 23 : Différentes formes de valorisation et de transformation du bouillon de *Khliaa Ezir*

Figure 24 : Répartition des répondants selon l'âge.....73

Figure 25 : Répartition des répondants selon la zone et le milieu de résidence.....74

Figure 26 : Répartition des répondants selon la connaissance du produit traditionnel Khliaa Ezir et continuité de sa préparation.....75

Figure 27 : Répartition des répondants selon les raisons d'utilisation du bouillon de cuisson du *Khliaa Ezir*..... 77

Figure 28 : Répartition des répondants selon les raisons de non-utilisation du bouillon de cuisson du *Khliaa Ezir*..... 77

Figure 29 : Répartition des répondants selon leur perception de la valeur nutritionnelle du bouillon de *Khliaa Ezir*.....78

Figure 30 : Répartition des répondants selon leur avis sur la valorisation industrielle et leur Intention d'achat du bouillon de *Khliaa Ezir* 79

Figure 31 : Répartition des répondants selon la forme de présentation préférée pour le bouillon de *Khliaa Ezir* 80

Figure 32 : Répartition des répondants selon l'argument qui les inciterait le plus à acheter le bouillon de *Khliaa Ezir* 80

Figure 33 : Répartition des répondants de suggestions pour la valorisation du bouillon de *Khliaa Ezir*..... 81

Liste des abréviations

°Bx : Degré Brix

mS/cm : Milli Siemens par centimètre

HPPN : Azote protéique précipitable par la chaleur

SNAN : Azote non protéique soluble

IMP : Inosine5′-monophosphate

AMP : Adénosine 5′-monophosphate

L* : Luminosité

a* : Variation entre le rouge et le vert

b* : Variation entre le bleu et le jaune

TDS : Solides dissous totaux

W/v : masse/volume

INTRODUCTION

Les produits alimentaires traditionnels, notamment ceux à base de viande, constituent une composante importante du patrimoine culturel et gastronomique. Ils reflètent les savoir-faire ancestraux, renforcent l'identité alimentaire locale et suscitent un intérêt croissant en raison de leur authenticité, de leurs caractéristiques sensorielles et de leur composition naturelle *(Gagaoua et Boudechicha, 2018).* L'Algérie possède un patrimoine alimentaire riche comprenant de nombreux produits carnés traditionnels élaborés selon des procédés artisanaux propres à chaque région. Parmi eux figure *Khliaa Ezir*, une préparation traditionnelle à base de viande bovine, ovine, caprine ou cameline, historiquement élaborée pour prolonger la conservation de la viande après l'Aïd El-Adha. Son procédé repose sur le salage et l'assaisonnement de la viande, suivis d'une cuisson puis d'une maturation dans une jarre en terre cuite appelée « Ezir ». Aujourd'hui, ce produit est apprécié pour ses qualités gustatives et son caractère authentique **(***Boudechicha et al., 2017 ; Gagaoua et Boudechicha, 2018).*

La cuisson du *Khliaa Ezir* génère un bouillon constituant un coproduit du procédé de fabrication. Ce bouillon résulte du transfert, sous l'effet du traitement thermique, de composés solubles issus de la viande, des épices et des autres ingrédients utilisés lors de la cuisson. Le traitement thermique favorise notamment la dénaturation des protéines, la solubilisation du collagène et le passage de nombreux constituants vers la phase liquide, influençant ainsi la composition et les propriétés fonctionnelles des bouillons de viande *(Khalid et al., 2023 ; Fomenko et al., 2025)***.** Ces bouillons concentrent également des composés contribuant au développement de la flaveur, tels que des composés azotés, des acides aminés libres, des peptides et des composés volatils issus de la cuisson *(This, 2010).* Ils sont largement utilisés dans la cuisine traditionnelle et l'industrie agroalimentaire pour leurs qualités nutritionnelles, technologiques et sensorielles *(Nielsen, 2010 ; Fellows, 2017 ; Kristbergsson et Oliveira, 2016).*

Dans un contexte de développement durable, la valorisation des coproduits issus des procédés agroalimentaires constitue une approche prometteuse pour réduire le gaspillage alimentaire et optimiser l'utilisation des ressources *(Mirabella et al., 2014 ; Simal-Gandara et al., 2021)***.** Cette démarche répond également à l'évolution des attentes des consommateurs, qui privilégient de plus en plus des produits alimentaires de type *clean label*, notamment des sauces à base de viande, caractérisés par une composition plus simple, une faible teneur en matières grasses et une valeur nutritionnelle améliorée *(Bortnowska et al., 2021).* Dans ce contexte, le bouillon de cuisson généré lors de la fabrication du *Khliaa Ezir* constitue un coproduit dont le potentiel de valorisation alimentaire mérite d'être exploré.

Les travaux consacrés au *Khliaa Ezir* **(***Boudechicha et al., 2015 ; 2016 ; 2017)* ont principalement porté sur l'établissement de son procédé traditionnel de fabrication ainsi que sur la caractérisation physicochimique, microbiologique, sensorielle et protéomique du produit carné. En revanche, le bouillon généré au cours de la cuisson n'a, à notre connaissance, fait l'objet d'aucune étude scientifique, ce qui confère à son étude un caractère novateur et ouvre des perspectives de valorisation d'un coproduit susceptible de préserver une partie des qualités nutritionnelles, sensorielles et des saveurs développées lors de la fabrication traditionnelle du *Khliaa Ezir*. L'objectif de la présente étude s'inscrit dans une démarche de réduction des pertes alimentaires et de préservation du patrimoine gastronomique algérien.

Dans ce contexte la présente étude vise à :

- Évaluer l'effet du temps de cuisson sur le transfert des composés de la viande vers le bouillon, ainsi que sur les caractéristiques biochimiques, physicochimiques, microbiologiques, sensorielles et technologiques de ce coproduit, afin d'apprécier sa qualité, d'évaluer son aptitude à une utilisation alimentaire et de déterminer sa composition nutritionnelle en fin de cuisson.
- Essai de valorisation du bouillon de cuisson sous forme d'un bouillon cube et une poudre déshydratée.
- Évaluer, au moyen d'une enquête auprès des consommateurs, les habitudes de consommation du bouillon de cuisson issu de la fabrication de *Khliaa Ezir* ainsi que les perspectives de sa valorisation industrielle.

CHAPITRE 01 : GENERALITES SUR LES BOUILLONS

1. Bouillons : définition, terminologie et évolution historique

1.1 Définition et terminologie des bouillons

Selon le Codex Alimentarius *(2001)*, les bouillons et les consommés sont définis comme suit : « Les bouillons et consommés sont des préparations liquides claires, obtenues par cuisson dans de l'eau de substances appropriées riches en protéines ou leurs extraits, avec ou sans adjonction d'assaisonnements, de substances aromatisantes, de matières grasses comestibles, de sel et d'épices. »

1.2. Évolution historique et terminologique

L'analyse historique montre que la terminologie actuelle diffère grandement des usages anciens. Selon les travaux de Flandrin *(1983)* Plusieurs termes coexistaient pour désigner les préparations liquides :

Le brouet était le terme principal pour désigner un plat où des morceaux (viande ou poisson) servis dans un liquide, qu'il soit clair ou épaiss. Le potage désignait tout ce qui cuisait dans un « pot », incluant des préparations très épaisses comme des purées (porrées) ou des ragoûts. Quant au bouillon historiquement, il n'était pas un plat en soi. Il servait soit d'ingrédient technique pour la cuisson, soit de remède diététique pour les malades. Enfin le chaudeau correspondait à un liquide de cuisson extrêmement clair et fluide, souvent utilisé pour pocher des aliments délicats (*Flandrin, 1983).*

2. Historique des bouillons de cuisson

Depuis le Paléolithique, les bouillons occupent une place prépondérante dans l'alimentation humaine, rôle qu'ils ont continué à jouer durant le Moyen Âge, tant dans le domaine culinaire que dans la médecine traditionnelle *(Beranová, 2005 ; Svoboda, 2017).* Par ailleurs, plusieurs études ont mis en évidence les effets bénéfiques du bouillon ‹notamment celui de poulet, dans la prise en charge des inflammations des voies respiratoires supérieures *(Rennard et al., 2000 ; Saketkhoo et al., 1978).* De par leurs caractéristiques sensorielles, les bouillons font partie intégrante de la cuisine mondiale et leurs recettes varient considérablement selon les régions géographiques. Les divers ingrédients, les méthodes de cuisson et les épices employés témoignent des traditions culinaires spécifiques, comme le montre le célèbre Ramen au Japon ou la soupe Pho au Vietnam (*Kosečková et al., 2024*).

Sur le plan technologique, les bouillons de viande représentent l'une des préparations les plus anciennes, reposant traditionnellement sur la cuisson prolongée de la viande et des os dans l'eau afin d'extraire un liquide riche en substances solubles. Au début du XXe siècle, l'intérêt scientifique s'est intensifié autour de leur composition chimique, démontrant qu'ils renferment

divers composés azotés, des sels minéraux et des substances organiques hydrosolubles issues des tissus musculaires. Par la suite, le développement de l'industrie alimentaire au cours du XIXe et du début du XXe siècle a favorisé l'émergence des extraits de viande concentrés, destinés à améliorer la conservation, à faciliter l'utilisation de ces bouillons et à optimiser les méthodes d'analyse chimique des produits carnés *(Turpaud, 1910).*

3. Types des bouillons

3.1. Bouillons carnés

Le bouillon carné est une préparation liquide obtenue par la cuisson prolongée de la viande, des os et des tissus conjonctifs dans l'eau. Ce procédé permet l'extraction et la solubilisation de nombreux constituants, notamment les protéines, la gélatine issue de l'hydrolyse du collagène, les acides aminés, les peptides, les lipides ainsi que les sels minéraux, qui contribuent à sa valeur nutritionnelle, à sa saveur et à ses propriétés fonctionnelles. Le bouillon carné constitue ainsi un système complexe dont la composition dépend de la nature des matières premières et des conditions de cuisson *(Zhang et al., 2025 ; Jiang et al., 2024).*

3.2. Bouillons mixtes

Le bouillon mixte est obtenu par la cuisson simultanée de plusieurs types de viandes, généralement de la viande rouge (bœuf ou mouton) et de la viande blanche (poulet, par exemple). Cette combinaison permet d'enrichir le bouillon en composés nutritifs et aromatiques provenant des différentes matières premières. Pendant la cuisson, les protéines solubles, les acides aminés, les sels minéraux et les substances aromatiques se diffusent dans l'eau, ce qui donne un liquide au goût plus complexe et plus riche que celui obtenu à partir d'une seule source de viande *(Wang et al., 2025).*

Le bouillon mixte est utilisé aussi bien dans les préparations traditionnelles que dans certaines formulations industrielles de produits alimentaires. Dans l'industrie agroalimentaire, il sert de base à la fabrication de soupes, de sauces ou de bouillons concentrés. La combinaison de plusieurs types de viande permet d'améliorer les caractéristiques organoleptiques, notamment la saveur et l'arôme *(He et al., 2024).*

3.3. Bouillons traditionnel vs industriel

Il peut être préparé selon deux méthodes principales : traditionnelle ou industrielle. Le bouillon traditionnel est obtenu en faisant cuire lentement de la viande ou des os dans l'eau, en présence de légumes et d'épices. Ce procédé permet d'extraire progressivement des composés solubles, tels que des protéines, des acides aminés, des minéraux et des substances aromatiques, ce qui

confère au bouillon une saveur naturelle et une valeur nutritionnelle appréciable *(Zhang et al., 2025).*

En revanche, le bouillon industriel est généralement fabriqué sous forme de cubes, de poudres ou de concentrés. Il est fabriqué à partir d'extraits de viande, de sel, de matières grasses et d'additifs alimentaires tels que des exhausteurs de goût, des arômes, et parfois des conservateurs. Ce type de produit est conçu pour faciliter la préparation rapide des aliments et garantir une longue durée de conservation. Toutefois, sa composition peut présenter une teneur élevée en sel et une valeur nutritionnelle inférieure à celle du bouillon traditionnel. Ainsi, bien que le bouillon industriel présente des avantages en termes de praticité et de stabilité, le bouillon traditionnel est souvent privilégié pour ses qualités organoleptiques et nutritionnelles **(***He et al., 2024).*

4. Rôles et importance des bouillons de cuisson de viande

4.1. Dimension socioculturelle et culinaire

4.1.1. Dimension culturelle et patrimoniale

Les aliments traditionnels constituent un élément essentiel du patrimoine culturel immatériel des sociétés. Ils reflètent l'histoire, les savoir-faire ainsi que les pratiques culinaires développées au fil du temps dans différentes régions. Leur préparation repose généralement sur des techniques artisanales transmises de génération en génération, contribuant ainsi à la préservation des traditions alimentaires et de l'identité culturelle des populations *(Montanari, 2006 ; Counihan et Van Esterik, 2013)***.** Dans les pays du Maghreb, les préparations culinaires traditionnelles à base de viande occupent une place importante dans les habitudes alimentaires. Elles reflètent l'influence des ressources locales, des conditions climatiques ainsi que des traditions culinaires régionales. Ces produits témoignent également de l'adaptation des populations aux contraintes environnementales et aux modes de vie propres à chaque région *(Benkerroum, 2018).*

Par ailleurs, la valorisation des aliments traditionnels constitue un levier important pour la préservation du patrimoine gastronomique. Elle permet de renforcer le lien entre alimentation, culture et histoire des communautés. Ainsi, ces produits ne constituent pas uniquement une source de nutrition, mais également un symbole d'identité culturelle et de continuité historique **(***Montanari, 2006***)**. Par conséquent, ils ont une forte valeur symbolique en contribuant au développement durable des zones rurales *(Boudechicha et al., 2018)*

4.1.2. Dimension sociale

Les aliments traditionnels jouent un rôle fondamental dans la vie sociale des communautés. Au-delà de leur fonction nutritionnelle, ils contribuent au renforcement des liens sociaux et familiaux. La préparation et la consommation de ces produits s'inscrivent souvent dans des pratiques collectives et des traditions culinaires transmises au sein des familles *(Counihan et Van Esterik, 2013)***.** Dans de nombreuses cultures, les repas traditionnels sont étroitement liés aux rassemblements familiaux, aux fêtes et aux événements sociaux. Le partage des aliments est ainsi un moyen de communication et de convivialité entre les individus, favorisant la cohésion sociale et le maintien des pratiques culinaires traditionnelles **(***Montanari, 2006 ; FAO, 2010).*

La transmission des savoir-faire culinaires est également un aspect essentiel de cette dimension sociale. Les techniques de préparation sont en effet fréquemment transmises de génération en génération, assurant ainsi la continuité des pratiques alimentaires traditionnelles et la préservation du patrimoine gastronomique *(Kristbergsson et Oliveira, 2016).*

4.1.3. Rôle culinaire dans les plats traditionnels

Les produits alimentaires traditionnels occupent une place essentielle dans la gastronomie locale. Ils sont utilisés comme ingrédients de base dans de nombreux plats et contribuent au développement des caractéristiques sensorielles, telles que la saveur, l'arôme et la texture, des préparations culinaires *(Freedman, 2007).* Les bouillons de viande, par exemple, sont largement utilisés dans la cuisine traditionnelle pour rehausser la saveur des plats et améliorer leur valeur nutritionnelle. Ils contiennent différents composés solubles issus de la viande, comme des protéines, des acides aminés et des minéraux, qui contribuent à rehausser les qualités gustatives et nutritionnelles des aliments *(Kristbergsson et Oliveira, 2016***).** L'utilisation de ces préparations culinaires reflète ainsi l'adaptation des pratiques alimentaires aux ressources locales et aux préférences culturelles des populations *(FAO, 2010).*

4.2. Rôle technologique, nutritionnelle et économique

4.2.1. Importance technologique

Le bouillon de viande représente un produit technologique important issu d'une méthode traditionnelle de cuisson des matières premières carnées et osseuses. La chaleur provoque la dénaturation des protéines, la modification du collagène et le passage de composés solubles dans le liquide de cuisson, ce qui influence la composition finale du bouillon ainsi que la qualité de la viande *(Khalid et al., 2023 ; Fomenko et al., 2025).* De plus, les transformations induites par la température et la durée de cuisson modifient directement la texture des tissus, la quantité

de matière sèche dissoute dans le liquide et l'équilibre entre les composés retenus dans la viande et ceux transférés dans le bouillon **(***Khalid et al., 2023).* Ainsi, le bouillon n'est pas seulement un milieu de cuisson, mais aussi un système technologique traditionnel qui participe à la valorisation des matières premières, à l'amélioration des propriétés organoleptiques et à la formation d'un produit final riche en composés dissous *(Fomenko et al., 2025).*

4.2.2. Valeur nutritionnelle

Le bouillon de cuisson de viande est un extrait aqueux obtenu par migration thermique de composés hydrosolubles depuis le tissu musculaire *(Belitz, Grosch et Schieberle, 2009).* Ce transfert privilégie les petites molécules : acides aminés libres, peptides de faible poids moléculaire, nucléotides et composés azotés non protéiques tel que la créatinine et urée, ainsi qu'une fraction variable de minéraux dissous (K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}) est également transférée dans le bouillon. En revanche, les protéines structurales majeures (actine, myosine) sont peu solubles ; elles migrent donc peu, ce qui limite la teneur en protéines intactes et réduit la valeur protéique biologique du bouillon *(Belitz, Grosch et Schieberle, 2009).* Des études sur les bouillons de bœuf mettent en évidence la présence d'acides aminés libres, de petits peptides et de bases azotées, qui contribuent à la valeur azotée totale et au goût, bien que l'apport protéique reste inférieur à celui de la viande *(Wang et al., 2020).* Le bouillon contient aussi des minéraux dissous, en particulier du sodium provenant du sel de cuisson, ainsi que des phosphates et d'autres électrolytes *(This, 2010).* Les concentrations en calcium et magnésium sont généralement faibles comparées à des aliments plus minéralisés *(Stadnik, 2024).*

La croyance populaire considère souvent le bouillon comme une source importante de micronutriments. Cette perception s'appuie sur les propriétés des ingrédients de base : la viande apporte notamment du fer, et les os sont traditionnellement associés au calcium. Toutefois, les données scientifiques disponibles restent insuffisantes pour affirmer que la consommation de bouillons couvre de façon significative les besoins quotidiens en micronutriments **(***Jen et al., 2017 ; Alcock et al., 2019)*. La composition nutritionnelle des bouillons montre une grande variabilité. Des facteurs tels que le pH, la température, la durée de cuisson et la nature des matières premières influencent fortement le profil final. De plus, les méthodes de préparation diffèrent selon les cultures, ce qui empêche une standardisation internationale. Par conséquent, les bases de données alimentaires contiennent peu d'informations détaillées sur les bouillons, et seules quelques études ont analysé de manière approfondie leur profil nutritionnel global *(Monro et al., 2013).*

4.2.3. Contribution aux qualités sensorielles

Le bouillon de cuisson de viande contribue fortement au développement de la flaveur du plat, car il concentre dans la phase aqueuse une partie des composés responsables du goût et de l'odeur carnés, notamment des composés azotés, des acides aminés libres, des peptides et des composés volatils issus de la cuisson *(This, 2010).* Des travaux sur le bouillon de bœuf montrent que les conditions de préparation influencent directement les caractéristiques sensorielles, et que les bouillons jugés les plus favorables présentent généralement des notes de goût d'umami, ainsi qu'une bonne intensité aromatique et une texture plus agréable en bouche *(Cambero et al., 2000a).* L'augmentation de composés sapides tels que les nucléotides et le glutamate renforce la perception d'umami et améliore l'acceptabilité globale du produit, tandis que certains composés volatils participent aux notes carnées et grasses caractéristiques du bouillon *(Sohail et al., 2022).* Les analyses récentes des broths à base de viande confirment enfin que la composition aromatique et les caractéristiques sensorielles sont étroitement liées, ce qui explique l'intérêt de ces préparations dans l'amélioration de la flaveur globale des plats *(Nam et al., 2026).*

4.2.4. Valeur économique et position sur le marché

Le bouillon de viande constitue un produit d'intérêt dans le secteur agroalimentaire en raison de sa capacité à répondre aux attentes actuelles de praticité, de rapidité et de qualité gustative. Le marché mondial des bouillons est estimé à 11,74 milliards de dollars d'ici 2028, avec un taux de croissance annuel composé de 3,10%, ce qui traduit une demande soutenue pour ce type de produit *(Gusain ,2021).*

Le segment du bouillon de bœuf représente également un marché important, évalué à 1,45 milliard de dollars en 2022 et prévu à 2,10 milliards de dollars en 2030, avec une croissance annuelle de 4,80% sur la période 2024-2030 *(Sanap, 2026).* Cette dynamique montre que le bouillon de viande représente un produit à valeur ajoutée, utilisé comme base culinaire pour améliorer le goût et standardiser certaines préparations alimentaires. Par ailleurs, Fundamental Business Insights *(2025)* indique que le marché du bouillon devrait poursuivre sa croissance entre 2026 et 2035, sous l'effet de la demande pour des produits pratiques et faciles à utiliser, précisant que la FAO observe une évolution des habitudes alimentaires vers des solutions de repas nécessitant une préparation minimale, ce qui renforce la place des bouillons dans les cuisines.

CHAPITRE 02 : COMPOSITION ET TRANSFORMATIONS BIOCHIMIQUES DES BOUILLONS DE VIANDE AU COURS DE LA CUISSON

5. Les principaux constituants des bouillons de cuisson de viande

5.1. Eau

L'eau représente le constituant majoritaire des bouillons de cuisson de viande et joue un rôle fondamental dans leur formation et leurs propriétés finales. En tant que solvant universel, elle permet l'extraction et la diffusion des composés hydrosolubles présents dans la viande, tels que les acides aminés, les peptides, les sels minéraux et certaines vitamines hydrosolubles. Au cours de la cuisson, la chaleur favorise le passage de ces composés vers la phase aqueuse, contribuant ainsi à l'enrichissement nutritionnel et au développement des caractéristiques organoleptiques du bouillon, notamment la saveur et l'arôme. Par ailleurs, l'eau intervient également dans plusieurs transformations biochimiques, telles que l'hydrolyse des protéines et la solubilisation du collagène en gélatine, ce qui influence la texture et la viscosité du bouillon **(***McGee, 2004 ; Belitz et al., 2009 ; Damodaran et al., 2008 ; Lawrie, 2006).*

5.2 Protéines et composés azotés

Les bouillons de viande contiennent une quantité importante de protéines solubles et de composés azotés provenant de la dégradation des tissus musculaires lors de la cuisson. Sous l'effet de la chaleur, les protéines sont partiellement hydrolysées en peptides et en acides aminés libres qui passent dans le bouillon et contribuent à sa valeur nutritive ainsi qu'à ses qualités organoleptiques. Par ailleurs, d'autres composés azotés non protéiques, tels que les nucléotides et certaines bases azotées, sont également libérés et contribuent fortement à la saveur caractéristique du bouillon. Ces substances jouent un rôle essentiel dans les réactions chimiques, notamment les réactions de Maillard, qui sont à l'origine du développement des arômes lors de la cuisson **(***Nishimura, 1998 ; Mottram, 1998 ; Belitz et al., 2009 ; Toldrá, 2017).*

5.3 Lipides

Les lipides constituent une part importante de la composition des bouillons de cuisson de viande. Ils proviennent principalement des graisses intramusculaires et des tissus adipeux de la viande. Sous l'effet de la chaleur, ces lipides sont libérés des structures cellulaires et passent en partie dans le milieu aqueux de cuisson. Toutefois, en raison de leur nature hydrophobe, ils ne se dissolvent pas complètement dans l'eau, mais se dispersent sous forme de fines gouttelettes, formant une émulsion, ou s'accumulent à la surface du bouillon sous forme de couche lipidique. Ces composés jouent un rôle essentiel dans les propriétés organoleptiques du bouillon. En effet, les lipides sont de puissants vecteurs d'arômes, car ils solubilisent et transportent de nombreux

composés volatils responsables de la saveur et de l'odeur. Ils contribuent également à la texture du bouillon en lui conférant une sensation d'onctuosité et de richesse en bouche. Par ailleurs, les transformations thermiques des lipides, telles que l'oxydation ou l'hydrolyse partielle, peuvent influencer le profil sensoriel du produit fini. Ainsi, bien que leur solubilité dans l'eau soit limitée, les lipides jouent un rôle fondamental dans la qualité nutritionnelle et sensorielle des bouillons de viande **(***Belitz et al., 2009 ; Lawrie et Ledward, 2006 ; McGee, 2004 ; Nollet et Toldrá, 2010).*

5.4 Collagène, gélatine et composés gélifiants

Le collagène est la protéine structurale principale du tissu conjonctif présent dans la viande. Lors de la cuisson prolongée des bouillons, le collagène se dénature et se transforme en partie en gélatine, un composé soluble dans l'eau qui confère aux bouillons leurs propriétés gélifiantes. Cette transformation est favorisée par la chaleur et l'humidité, ce qui permet la libération de peptides solubles et d'acides aminés qui contribuent à la viscosité et à l'onctuosité du bouillon *(Ahmad et al., 2023 ; Saiful Ammar bin Zahrin et al., 2025)***.** De plus, le collagène présent dans les tissus conjonctifs est partiellement hydrolysé en gélatine, ce qui influence la viscosité et la texture du bouillon *(Purslow, 2005).* La gélatine issue du collagène joue un rôle essentiel dans la texture et la stabilité des bouillons, en formant un réseau tridimensionnel qui retient l'eau et les autres composés solubles. Outre ses propriétés mécaniques, la gélatine agit comme vecteur d'arômes et influence la perception sensorielle globale du bouillon**.** D'autres composés gélifiants, comme les hydrocolloïdes d'origine végétale (agar-agar, gomme de gellan), peuvent également être utilisés dans certaines préparations pour moduler la texture ou améliorer la tenue des bouillon**s** *(Saha, 2010).* La transformation du collagène en gélatine et l'ajout de composés gélifiants sont donc essentiels pour obtenir un bouillon de viande dont la consistance, la viscosité et la richesse sensorielle sont optimales *(Ahmad et al., 2023 ; Saiful Ammar bin Zahrin et al., 2025 ; Saha, 2010).*

5.5 Vitamines

Les vitamines constituent une classe importante de micronutriments organiques nécessaires à de nombreuses réactions biochimiques du métabolisme humain. Elles ne sont pas synthétisées en quantité suffisante par l'organisme et doivent donc être apportées par l'alimentation (OMS, 2004). Dans le cas des bouillons de viande, certaines vitamines hydrosolubles, en particulier celles du groupe B, sont partiellement extraites de la viande et des os pour se retrouver dans le liquide de cuisson *(FAO, 2013).*

Des tables de composition des aliments indiquent que les aliments d'origine animale peuvent apporter des vitamines du groupe B, notamment les vitamines B1 (thiamine), B2 (riboflavine), B3 (niacine), B5 (acide pantothénique), B6 (pyridoxine), B9 (folates) et B12 (cobalamine), avec des teneurs variables selon la composition et les conditions de préparation (Souci, Fachmann et Kraut, 2016). Ces vitamines du groupe B jouent un rôle essentiel dans le métabolisme énergétique, la synthèse des globules rouges et le bon fonctionnement du système nerveux (National Institutes of Health, 2022). En revanche, rtues vitamines, comme la vitamine C ou les vitamines liposolubles (A, D, E et K), sont généralement présentes en très faibles quantités dans les bouillons de viande, car elles sont sensibles à la chaleur ou proviennent majoritairement de sources lipidiques ou végétales *(Modern Nutrition in Health and Disease, 2014).*

5.6 Minéraux

Les bouillons de viande sont une source non négligeable de minéraux essentiels provenant des tissus musculaires et conjonctifs. Lors de la cuisson, notamment en milieu aqueux et sous l'effet de la chaleur, plusieurs éléments minéraux hydrosolubles migrent de la viande vers le bouillon. Parmi eux on retrouve principalement, le sodium, le potassium, le phosphore, le magnésium, ainsi que des oligo-éléments tels que le fer et le zinc *(Lawrie, 2006 ; Belitz et al., 2009).* Le sodium et le potassium sont généralement les minéraux les plus abondants dans les bouillons, contribuant significativement à l'équilibre électrolytique et à la perception du goût salé. Le phosphore joue un rôle important dans le métabolisme énergétique, tandis que le magnésium intervient dans de nombreuses réactions enzymatiques. Le fer, principalement issu de la myoglobine, et le zinc, quant à eux, participent à la valeur nutritionnelle du bouillon et présentent un intérêt biologique notable *(Toldrá, 2017).* Au-delà de leur rôle aromatique, les bouillons de viande constituent également une source intéressante de minéraux essentiels, ce qui renforce d'avantage leur intérêt nutritionnel et technologique *(Delles et Xiong, 2014).*

6. Facteurs influençant la composition et la qualité des bouillons de viande

6.1 Type de muscle espèce animale

6.1.1. Type de muscle

Selon Su et al. *(2013),* le type de fibre dominant dans le muscle a un lien étroit avec la répartition des lipides au sein des muscles. Les fibres de Type I, typiques des muscles rouges, stockent une quantité significative de lipides neutres, alors que les fibres de Type IIA et IIB, représentant les muscles blancs, en renferment uniquement 26 % et 1 %. Cet écart biochimique suggère que

l'emploi de muscles riches en fibres de Type I encourage une teneur supérieure en graisses, ce qui favorise la libération des saveurs lors de la préparation du bouillon.

6.1.2. Teneur en tissu adipeux

La qualité sensorielle du bouillon et le profil aromatique sont attribuables à la quantité de graisse présente dans la viande. Au cours d'une cuisson prolongée, les graisses présentes dans les muscles subissent d'importantes modifications thermiques, particulièrement des processus d'oxydation maîtrisée *(Mottram, 1998).* Ces réactions ont pour résultat la libération de composés volatils essentiels (comme les aldéhydes et les cétones) qui confèrent au bouillon son odeur distinctive et sa grande richesse gustative. De plus, les lipides jouent un rôle de solvant naturel qui permet de retenir et de fixer les arômes hydrophobes véhiculés par les *épices (Wood et al., 2008).* Toutefois, une quantité excessive de tissu adipeux peut entraîner l'accumulation d'une couche de graisse démesurée à la surface, ce qui requiert généralement une phase de dégraissage pour assurer une clarté optimale et prévenir une sensation de pesanteur collante pendant la consommation *(McGee, 2004).*

6.2 Etat initial de la viande

La qualité du bouillon est grandement influencée par l'état de la viande au départ, car cela affecte la diffusion des composants solubles pendant la cuisson et les propriétés sensorielles du produit fini**.**La congélation, une forme de stockage à basse température, entraîne des altérations structurales des tissus musculaires susceptibles d'influencer la diffusion des composés aromatiques et sapides lors de la cuisson **(***Qi et al., 2021).* En effet, ***Qi et al.*** *(2022)* ont démontré que la conservation à court terme par congélation pouvait altérer la rétention de certains composés volatils et impacter les propriétés aromatiques du bouillon. De plus, la composition biochimique initiale de la viande, en particulier son niveau de protéines et de composés extractibles, participe à la richesse aromatique du bouillon produit après cuisson *(Wang et al., 2020).*

6.3 Taille de morceaux et surface de contact :

La taille des morceaux de viande joue un rôle déterminant dans la qualité du bouillon, car elle définit la surface d'échange avec l'eau de cuisson *(Lawrie et Ledward, 2006).* l'utilisation de petits morceaux augmente cette surface, ce qui facilite une extraction rapide des composés solubles tel que les protéines, les minéraux et les arômes) *(Belitz et al., 2009).* Cela permet d'obtenir un bouillon plus riche en saveurs, bien qu'il puisse paraître légèrement trouble *(Tornberg, 2005).* De plus, cette grande surface exposée favorise la transformation du collagène en gélatine, ce qui améliore la texture et la viscosité du milieu *(Zhu et al., 2024).* En revanche,

les morceaux de grande taille réduisent la surface de contact, ce qui ralentit le transfert des nutriments vers l'eau. Ce processus aboutit à un bouillon plus limpide (clair), mais avec une intensité aromatique parfois moins développée *(McGee, 2004).*

6.4 Temps et température de cuisson

Parmi les facteurs influençant la composition et la qualité du bouillon de viande, la température et le temps de cuisson jouent un rôle fondamental, car ils déterminent l'extraction et la transformation des composés responsables de la flaveur et des propriétés fonctionnelles du produit *(Cambero et al., 2000).*

Dans le bouillon de bœuf, l'augmentation de la température favorise notamment l'accroissement des teneurs en HPPN (azote protéique précipitable par la chaleur), en SNAN (azote non protéique soluble), et en créatinine, tandis que les concentrations des nucléotides tels que l'IMP (Inosine 5′-monophosphate) et l'AMP (Adénosine 5′-monophosphate). Évoluent en fonction des phénomènes d'extraction et de dégradation thermique. Ces modifications influencent directement la composition chimique du bouillon et son profil sensoriel *(Cambero et al., 2000).* Ces composés sont particulièrement importants, car les nucléotides tels que l'IMP et l'AMP participent au développement de la saveur umami, reconnue comme une caractéristique majeure du goût du bouillon de viande *(MacLeod et Seyyedain-Ardebili, 1981).* Par ailleurs, la durée de cuisson influence également les propriétés fonctionnelles du bouillon, comme l'ont montré Yang et al. *(2023),* qui ont observé que l'allongement du temps de cuisson du bouillon de jambon de *Jinhua* modifie le profil peptidique et l'activité antioxydante. Ainsi, une cuisson trop courte limite l'extraction des composés sapides, tandis qu'une cuisson trop longue peut altérer l'équilibre chimique et fonctionnel du bouillon **(***Cambero et al., 1992).*

6.5 pH et acidité de bouillon

Le pH et l'acidité organique constituent des facteurs déterminants dans la composition et la qualité finale du bouillon de viande. Ces paramètres interviennent à la fois sur l'extraction des constituants solubles, sur la formation des composés aromatiques et sur l'expression sensorielle globale du produit. Ainsi, le pH ne se limite pas à un simple indicateur physicochimique, mais agit comme un véritable modulateur de la flaveur et de la stabilité du bouillon *(Lee et al., 2022).* Sur le plan sensoriel, l'acidité joue un rôle essentiel dans la perception gustative. Murata *(2022)* a montré une relation directe entre la teneur en acide lactique et l'intensité du goût acide perçu, ce qui confirme que l'acidité organique contribue de manière significative à l'équilibre sensoriel du bouillon. Cette influence s'explique par la présence de composés issus du métabolisme post-mortem des muscles, dont la concentration varie selon la matière première utilisée. De plus,

Pakaweerachat et Chysirichote *(2024)* ont montré que les variations de pH modifient sensiblement le profil des composés volatils, un milieu plus acide tendant à renforcer la flaveur, tandis qu'un pH plus alcalin favorise l'oxydation lipidique au cours du stockage réfrigéré, avec apparition de notes aromatiques indésirables.

Sur le plan de la composition chimique, le pH influence la solubilité et l'extraction des constituants de la viande. Chi et Chen *(1993)* ont observé que le pH du bouillon dépend principalement de la nature des matières premières et demeure relativement stable pendant le traitement thermique, la durée de cuisson n'ayant pas d'effet significatif sur son évolution. Ces résultats suggèrent que le pH est davantage lié aux caractéristiques intrinsèques des intrants qu'au procédé de cuisson lui-même. Dans le même sens, Pippen et al. *(1965)* ont indiqué que l'ajustement du pH peut modifier la présence de certains acides volatils essentiels, leur neutralisation à pH élevé entraînant une perte de complexité aromatique. En définitive, le contrôle du pH et de l'acidité titrable apparaît comme un levier technologique important pour optimiser la composition, préserver l'équilibre aromatique et assurer une meilleure qualité sensorielle du bouillon fini *(Lee et al., 2022).*

6.6. Sécurité sanitaire et aspect toxicologiques

La sécurité sanitaire des bouillons de viande constitue un enjeu important, car ces produits sont largement consommés et peuvent présenter des risques lorsqu'ils sont utilisés de manière répétée ou en grande quantité *(Codex Alimentarius, 2015).* L'étude de Ndao et al. *(2023)* sur la consommation et la composition chimique des bouillons au Sénégal montre que ces produits peuvent représenter une source importante de sodium, ce qui soulève des préoccupations nutritionnelles et sanitaires en cas d'ingestion excessive. De même, les travaux de Diarra (*2019)* indiquent que la consommation fréquente de bouillons culinaires dans les ménages peut être associée à des préoccupations de santé publique, notamment en raison de la présence de glutamate monosodique en tant qu'exhausteurs de goût dans les bouillons industriels d'où la nécessité d'évaluer plus précisément leurs effets toxicologiques. Par ailleurs, la qualité microbiologique demeure un paramètre essentiel de leur innocuité, car elle permet d'apprécier le niveau de contamination et le respect des bonnes pratiques d'hygiène tout au long de la préparation et de la conservation **(***Ahmed et al., 2024)* **.**Ainsi, la maîtrise de la qualité sanitaire des bouillons repose à la fois sur la limitation des teneurs en sel et en additifs, sur le respect des normes de fabrication et sur une consommation raisonnée de ces produits *(Ndao et al., 2023***).**

7. Transformations physico-chimiques au cours de la cuisson des bouillons de viandes

7.1. Transformations biochimiques

La cuisson des bouillons de viandes provoque des transformations biochimiques profondes qui modifient la structure des protéines musculaires et du tissu conjonctif. Sous l'effet de la chaleur, les protéines perdent progressivement leur organisation native, ce qui entraîne des changements de solubilité, de rétention d'eau et de comportement sensoriel du produit fini. Ces transformations sont au cœur de l'évolution de la texture, de l'aspect et de la qualité du bouillon au cours de la cuisson **(***Duchène et Gandemer, 2016 ; 2017).*

7.1.1. Dénaturation des protéines musculaires

La dénaturation des protéines musculaires correspond à la modification de leur structure tridimensionnelle sous l'effet de la chaleur, sans rupture des liaisons peptidiques principales, mais avec une perte de leur conformation fonctionnelle initiale**.** Dans la viande, cette dénaturation ne se produit pas de manière uniforme : chaque protéine possède une sensibilité thermique différente, ce qui explique l'évolution progressive observée pendant la cuisson. La myosine est l'une des premières protéines à se dénaturer, dès 53–58 °C, ce qui marque le début des modifications visibles de texture et de fermeté *(Carlier, 2017).* Entre 65 et 68 °C, les protéines sarcoplasmiques, notamment la myoglobine, ainsi que le collagène, subissent à leur tour une dénaturation plus marquée, ce qui modifie davantage la structure du muscle et la libération des composés solubles **(***Picgirard, 2009***)**. À des températures plus élevées, autour de 80–82 °C, l'actine se dénature à son tour, ce qui accentue la contraction des fibres musculaires et la perte de souplesse du tissu **(***Picgirard, 2009).* Dans le cadre des bouillons, ces modifications favorisent aussi l'extraction de composés sapides et aromatiques vers le milieu aqueux, ce qui améliore la richesse gustative du produit final **(***Vidal, 2019***).**

7.1.2. Coagulation des protéines et formation de réseaux protéiques

Après leur dénaturation, les protéines musculaires s'agrègent entre elles et forment des réseaux protéiques responsables de la coagulation thermique **(***This, 2022***).** Cette coagulation correspond à une réorganisation des protéines dénaturées qui perdent leur solubilité et s'associent en structures plus compactes, ce qui modifie la texture de la viande et la structure du bouillon **(***Picgirard, 2009).* Par ailleurs, le collagène du tissu conjonctif se transforme progressivement en gélatine au cours d'une cuisson prolongée, ce qui augmente le corps, la viscosité et la sensation de rondeur en bouche du bouillon **(***Bram, This&Viel, 2000***).** Cette transformation est particulièrement importante dans les bouillons de viande, car elle contribue à la fois à leur consistance et à leur qualité sensorielle **(***Kovaleva et al., 2021***)**.

7.1.3 Hydrolyse du collagène et formation de gélatine

Lors de la cuisson prolongée d'un bouillon de bœuf, le collagène présent dans les os, les tendons et les autres tissus conjonctifs subit une hydrolyse thermique progressive. Ce processus provoque la rupture de la structure en triple hélice du collagène et la libération de chaînes polypeptidiques solubles dans l'eau. Ces transformations favorisent l'extraction des protéines conjonctives vers le milieu aqueux **(***Farooq et al., 2024***)**. Les chaînes polypeptidiques ainsi libérées forment la gélatine, qui, lors du refroidissement, développe un réseau tridimensionnel capable de retenir l'eau. Cette propriété confère au bouillon sa texture visqueuse et gélifiée. La quantité et la qualité de la gélatine dépendent notamment de la durée de cuisson, de la température appliquée et de la teneur en tissus riches en collagène **(***Wosicka-Frąckowiak et al., 2024***)**. Outre son rôle structurel, la gélatine participe aux caractéristiques sensorielles du bouillon grâce aux peptides et aux acides aminés libérés lors de l'hydrolyse du collagène. Ces composés participent au développement de la saveur umami et à l'amélioration de la qualité organoleptique du produit **(***Zhang et al., 2024***).**

7.2 Transformation chimiques

7.2.1 Oxydation des lipides

L'oxydation des lipides est l'un des principaux mécanismes d'altération physico-chimique affectant négativement la qualité globale des bouillons de viande. Au cours des processus de cuisson et de stockage, les acides gras insaturés subissent une série de réactions radicalaires en présence d'oxygène, conduisant à la formation d'hydroperoxydes instables. Ces derniers se dégradent ensuite en composés secondaires volatils et non volatils, tels que des aldéhydes (notamment le malondialdéhyde ou MDA), des cétones, des alcools et des hydrocarbures, qui sont à l'origine de nombreuses modifications sensorielles et nutritionnelles des produits carnés **(***Domínguez et al., 2023 ; Fu et al., 2022).* Ces produits de néoformation sont directement responsables de la dégradation des attributs organoleptiques du bouillon, se manifestant par l'apparition de saveurs et d'odeurs rances indésirables. Outre l'impact sensoriel, ce phénomène altère significativement la valeur nutritionnelle en détruisant les acides gras essentiels et les vitamines liposolubles. La cinétique de cette réaction d'oxydation est fortement modulée par plusieurs facteurs synergiques : l'intensité thermique de la cuisson, le degré d'exposition à l'oxygène, le profil de saturation en acides gras de la matière première et la présence d'ions métalliques pro-oxydants, en particulier le fer libre libéré par la dénaturation thermique des protéines musculaires (*Domínguez et al., 2019 ; Shahidi et Hossain, 2022).*

L'intensité de ces réactions varie en fonction de l'espèce animale et des conditions de cuisson, notamment de la température et de la durée du traitement thermique. La cuisson provoque une dégradation partielle des acides gras polyinsaturés présents dans les membranes cellulaires. La susceptibilité des acides gras à l'oxydation augmente avec le nombre de doubles liaisons et la longueur de leur chaîne carbonée ; les acides gras polyinsaturés à longue chaîne sont ainsi les plus vulnérables aux dégradations thermiques **(***Domínguez et al., 2019 ; Geng et al., 2023).*

La maîtrise de l'oxydation dans les bouillons de viande est indispensable pour préserver leurs qualités nutritionnelles, sensorielles. Les phénomènes d'oxydation lipidique peuvent être réduits grâce à l'utilisation d'antioxydants naturels ou synthétiques qui sont capables de piéger les radicaux libres et de freiner la formation de composés issus de l'oxydation. En outre, certaines conditions de conservation, telles que la limitation du contact avec l'oxygène, le maintien à basse température et l'utilisation d'emballages adaptés, permettent également de réduire les réactions oxydatives dans les bouillons de viande. L'ensemble de ces procédés permet d'améliorer la stabilité des lipides, de conserver les propriétés organoleptiques du produit et de prolonger sa durée de conservation *(Ricardo-Rodrigues et al, 2024 ; Valarezo et al, 2025).*

Les épices sont une source naturelle importante d'antioxydants, en raison de leur richesse en composés bioactifs tels que les polyphénols, les flavonoïdes, les terpènes et les huiles essentielles **(***Yashin et al., 2017***)**. Ces molécules inhibent les réactions d'oxydation lipidique en neutralisant les radicaux libres, ce qui permet de ralentir la formation d'hydr peroxydes et de produits secondaires d'oxydation responsables de la dégradation des aliments **(***Shahidi et Ambigaipalan, 2015).* Grâce à cette activité antioxydant, les épices contribuent à préserver les qualités organoleptiques et nutritionnelles des produits alimentaires, notamment des produits carnés et des bouillons de viande **(***Falowo et al., 2014***)**.

7.2.2 Solubilisation des composés hydrosolubles et liposoluble

Dans un bouillon de viande, la solubilisation des composés hydrosolubles et liposolubles est un phénomène essentiel qui se produit au cours de la cuisson. Sous l'effet de la chaleur, les composés hydrosolubles, tels que les acides aminés, les peptides, les nucléotides, les vitamines hydrosolubles et certains sels minéraux, diffusent progressivement depuis le tissu musculaire vers la phase aqueuse du bouillon *(López-Pedrouso et al., 2023).* Parallèlement, la fusion des matières grasses intramusculaires et adipeuses favorise la libération progressive des composés liposolubles notamment les lipides et certaines molécules aromatiques, qui se dispersent

partiellement dans la phase aqueuse sous forme d'émulsion, Ce processus favorise des interactions complexes avec les protéines dénaturées et l'eau, ce qui contribue à la richesse nutritionnelle, à la texture et aux caractéristiques sensorielles du produit final *(López-Pedrouso et al., 2023 ; Wang et Shahidi, 2021 ; Han et al., 2024).*

L'intensité de ces transferts dépend de plusieurs facteurs, notamment de la température, de la durée de cuisson et de la composition de la viande. Le mode de cuisson influence significativement la cinétique des lipides. Un traitement par immersion prolongée, entraine un transfert de l'ordre de 10 à 20 % des lipides initiaux de la matrice carnée vers le jus de cuisson est généralement observé tandis qu'un procédé de cuisson à courte durée, la teneur globale en lipides ne subit pas de variations majeures lorsqu'elle est rapportée à la matière sèche de l'aliment *(Domínguez et al., 2020 ; Alves et al., 2022).*

7.3. Transformation physicochimique

7.3.1 Diffusion et formation des composés aromatiques

La formation de ces composés aromatiques lors de la cuisson résulte d'un ensemble de réactions chimiques complexes. La réaction de Maillard, qui met en jeu les acides aminés et les sucres réducteurs, est l'un des principaux mécanismes responsables de la production de nombreux composés volatils qui confèrent aux produits carnés leurs notes grillées et rôties caractéristiques. Parallèlement, la dégradation oxydative des lipides sous l'effet de la chaleur génère divers composés, tels que des aldéhydes, des cétones et des alcools, qui contribuent également au profil aromatique de la viande. Une fois formés, ces composés volatils se diffusent progressivement sous l'action de la chaleur, migrent du cœur du produit vers sa surface, puis se dispersent dans l'environnement où ils deviennent perceptibles par l'odorat **(***Wang et al., 2024)***.** L'intensité de cette diffusion dépend de plusieurs facteurs, tels que la température et la durée de cuisson, l'activité de l'eau, l'organisation structurale des tissus musculaires et la teneur en matières grasses du produit **(***Wang&Shahidi, 2021).*

CHAPITRE 03 : VALORISATION DES BOUILLONS DE CUISSON A BASE DE VIANDE

8. Bouillons traditionnels de viande à travers le monde :

Les bouillons de viande occupent une place fondamentale dans les traditions culinaires du monde entier. Il s'agit de préparations liquides obtenues par extraction des composés solubles de la viande, des os et des aromates dans l'eau chaude. Ils servent à la fois de base culinaire et de plat consommé directement. Leur composition et leur usage varient en fonction des cultures, des ressources locales et des habitudes alimentaires *(McGee, 2004 ; Fellows, 2016).*

En Europe, les bouillons traditionnels sont souvent clairs et peu épicés. En France, par exemple, le bouillon ou le consommé est préparé à partir de bœuf ou de volaille. Il est parfois clarifié afin d'obtenir un liquide limpide, utilisé en entrée ou comme base de sauces. Le pot-au-feu est une préparation emblématique dans laquelle viande, os et légumes sont longuement mijotés *(Larousse gastronomique, 2018*)**.** Dans la gastronomie tchèque, le bouillon est décrit comme un liquide obtenu par la cuisson lente des os, de la viande, des légumes et des épices dans l'eau **(***sedlàckova et otoupal,2009***)**, ou ils sont fréquemment utilisés comme base pour diverses soupes et sauces, et sont même appréciés en tant que plats à part entière En Italie, les bouillons constituent l'élément fondamental de la plupart des soupes, y compris la soupe végétale ''Minestrone'' *(koseckovà et al, 2024).*

En Asie, les bouillons sont généralement plus riches en saveurs et en umami. Au Japon, le dashi est un bouillon de base préparé à partir d'algues kombu et de poisson séché, mais il existe également des bouillons de viande utilisés dans les soupes de type ramen. En Chine, les bouillons de poulet ou de porc sont largement utilisés comme base de soupes médicinales et culinaires, souvent associés à des plantes et des épices *(Yamaguchi et Ninomiya, 2000***).**

En Amérique latine, les bouillons de viande sont souvent plus consistants et fortement assaisonnés. Le caldo de res mexicain, par exemple, est un bouillon de bœuf aux légumes, tandis que, dans d'autres pays comme la Colombie ou le Pérou, les bouillons sont consommés comme des repas complets, riches en protéines et en glucides *(Davidson, 2006 ; Larousse Gastronomique, 2009).*

En Afrique, les bouillons traditionnels varient fortement d'une région à l'autre. Ils sont souvent préparés à partir de viande de bœuf, de chèvre ou de volaille, avec des épices locales, et parfois des céréales ou des légumes locaux. Ils constituent une base importante de l'alimentation quotidienne *(FAO, 2013).*

9. Intérêt de valorisation des bouillons de viande en industrie alimentaire

La valorisation du bouillon de viande présente un intérêt considérable sur les plans nutritionnel, technologique, économique et environnemental. En effet, le bouillon obtenu lors de la cuisson de la viande contient une quantité importante de composés solubles extraits des tissus musculaires, notamment des protéines, des peptides, des acides aminés libres, des minéraux et des composés aromatiques responsables de sa valeur nutritive et de ses qualités organoleptiques. Ces constituants confèrent au bouillon un potentiel intéressant pour son utilisation comme ingrédient alimentaire ou comme base d'assaisonnement *(Cambero et al., 2000 ; Kranz et al., 2018)*. Sur le plan technologique, la transformation du bouillon par concentration ou séchage permet d'améliorer sa stabilité microbiologique, de prolonger sa durée de conservation et de faciliter son stockage ainsi que son transport. Ces procédés favorisent également son incorporation dans diverses formulations alimentaires sous forme de poudre ou d'extrait concentré. D'un point de vue économique et environnemental, la valorisation du bouillon contribue à réduire les pertes de matières nutritives et à transformer un coproduit souvent sous-exploité en un produit à valeur ajoutée. Cette approche s'inscrit dans une démarche de développement durable et d'économie circulaire visant une meilleure utilisation des ressources alimentaires **(***anonyme, 2025)*.

10. Techniques de valorisation des bouillons traditionnels

10 .1 Bouillons liquides prêts à l'emploi

Le conditionnement aseptique est une technologie innovante permettant de commercialiser des bouillons liquides sans réfrigération tout en préservant leur qualité. Elle limite le stress thermique sur le produit, préservant ainsi mieux les nutriments, la saveur et la couleur originale du bouillon par rapport à la mise en conserve classique *(Sanjana et al., 2019).* Selon Sanjana *et al (2019***),** ce procédé comprend :

- **La stérilisation UHT** : Le bouillon est chauffé à haute température (140−150°C pendant quelques secondes) pour éliminer les micro-organismes pathogènes.
- **Le remplissage aseptique** : Le produit est refroidi puis conditionné dans des emballages préalablement stérilisés (souvent des briques multicouches) dans un environnement stérile.
- **La conservation** : Cette technique permet d'obtenir un produit stable à température ambiante pendant 3 à 6 mois, sans ajout de conservateurs chimiques. Cette stabilité à long terme est le résultat de la synergie entre la destruction thermique totale des micro-organismes par l'UHT et l'intégrité physique de l'emballage multicouche. Ce dernier

(composé généralement de carton, polyéthylène et d'une fine couche d'aluminium) agit comme une barrière étanche absolue contre l'oxygène, la lumière et l'humidité, protégeant ainsi les lipides du bouillon contre l'auto-oxydation (rance) et prévenant toute recontamination microbiologique.

10.2. Bouillons concentrés

La concentration constitue une étape essentielle visant à augmenter la teneur en matières sèches avant le séchage final. Plusieurs techniques peuvent être utilisées dans l'industrie agroalimentaire :

- **Évaporation sous vide**

  Permet d'éliminer l'eau à basse température, limitant ainsi la dégradation thermique des nutriments et des composés aromatiques *(Ibarz et Barbosa-Cánovas, 2014).*

- **Cryoconcentration**

  Consiste à séparer l'eau sous forme de cristaux de glace, permettant une meilleure préservation des qualités sensorielles et nutritionnels du produit. Elle est considérée comme une technique efficace, bien que son utilisation industrielle reste limitée en raison de son coût élevé *(Sanchez et al., 2011).*

- **Osmose inverse**

Repose sur l'utilisation de membranes semi-perméables pour concentrer les liquides sans apport de chaleur, ce qui permet de préserver la qualité du produit tout en assurant une bonne efficacité énergétique. Cette technique est utilisée pour la concentration de divers produits alimentaires liquides *(Cassano et al., 2003).*

10.3. Bouillons déshydratés

Les techniques de déshydratation sont largement utilisées pour la valorisation des bouillons traditionnels, permettant d'obtenir des produits stables, faciles à stocker et à reconstituer. Lorsque le matériau est liquide, le procédé peut être réalisé par atomisation, lyophilisation, séchage sur tambour, séchage sur bande, cristallisation ou d'autres méthodes. L'atomisation et la lyophilisation sont les techniques les plus couramment utilisées, chacune ayant ses propres spécificités pour l'obtention de poudres alimentaires (*Bhandari et al., 2013).*

10.3.1. Atomisation

Le procédé d'atomisation consiste à transformer une substance liquide en poudre par pulvérisation de gouttelettes dans un milieu chaud à convection. Ces gouttelettes sont pulvérisées par un atomiseur, ce qui facilite l'évaporation dans la chambre de séchage et permet

d'obtenir des produits en poudre. Ce procédé a plusieurs applications technologiques, telles que la production de poudres alimentaires instantanées, de produits pharmaceutiques, d'additifs alimentaires et l'encapsulation de composés bioactifs *(Woo, 2013 ; Patel et al., 2009 ; Reineccius, 2004).*

10.3.2 Lyophilisation

La lyophilisation est définie comme le procédé d'élimination de l'eau d'un produit congelé par sublimation, suivie d'une désorption. Le produit, initialement congelé, subit une transition de phase entre l'état de glace et l'état de vapeur à basse température et pression. La seconde étape du séchage consiste à éliminer l'eau résiduelle du produit par désorption. Ce procédé, réalisé à basse température et sous vide, est recommandé pour les aliments sensibles aux hautes températures et à l'oxydation (*Nowak & Jakubczyk, 2020 ; Bhatta et al., 2020*)**.** Cette méthode présente l'avantage d'obtenir un produit final à haut rendement (faible ou nulle altération), avec des saveurs et des caractéristiques nutritionnelles proches du produit d'origine, ainsi que des propriétés bioactives préservées. Elle permet également de limiter les processus chimiques, physiques et microbiologiques et de prévenir le brunissement enzymatique, préservant ainsi la couleur du produit en poudre *(Akar et Mazi, 2019).*

11. *Khliaa Ezir* : Une Source de Bouillon Traditionnel A Valoriser

11.1 Définition de *Khliaa Ezir*

Khliaa Ezir est un produit carné traditionnel algérien appartenant à la catégorie des produits carnés cuits et confits **(***Gagaoua et Boudechicha, 2018).* Il s'agit d'une viande salée, marinée et cuite, préparée à partir de viande fraîche désossée de bœuf, d'agneau, de chèvre ou de dromadaire. À l'origine, *Khliaa Ezir* était élaboré afin de conserver les excédents de viande, notamment à l'occasion de la fête religieuse de l'Aïd al-Adha, durant laquelle la viande est disponible en grande quantité. Sa préparation demeure aujourd'hui une pratique familiale transmise de génération en génération *(Boudechicha, 2014).* Le procédé traditionnel de fabrication, qui associe les étapes d'assaisonnement, de marinage, de cuisson, de maturation et d'affinage, confère à *Khliaa Ezir* des caractéristiques sensorielles spécifiques ainsi qu'une longue durée de conservation pouvant atteindre une année à température ambiante *(Boudechicha, 2014 ; Boudechicha et al., 2016 ; 2017).*

11.2 Histoire et origine de *Khliaa Ezir*

Khliaa Ezir est un produit carné traditionnel typiquement Algérien préparé et consommé exclusivement dans le Nord-Est de l'Algérie. Il paraît que ce produit carné soit originaire de Turquie, probablement introduit en Algérie entre le XVème et le XVIème siècle sous la domination ottomane en Afrique du Nord **(***Gagaoua et Boudechicha, 2018).* L'origine du mot dérive de l'ancien arabe, « *Khliaa* » qui correspond à l'étape de stockage dans le mélange d'huile d'olive et de graisse et « *Ezir* » se référant à la jarre en terre cuite ; l'ustensile où la viande est conservée *(Boudechicha et al.,2017).*

11.3 Préparation de *Khliaa Ezir*

La préparation traditionnelle de *Khliaa Ezir* repose sur l'utilisation de viande maigre désossée, assaisonnée avec un mélange d'épices composé de coriandre, de carvi, de sel et d'ail frais broyé. La viande enrobée est ensuite marinée pendant sept jours(7jours) au frais avant d'être cuite dans l'eau. Après cuisson, les morceaux sont immergés dans un mélange de graisse bovine fondue et d'huile d'olive (2/3), puis conservés dans un *Ezir* (jarre traditionnelle en terre cuite) pendant 12 mois à température ambiante *(Boudechicha et al., 2015).* Le digramme de préparation de *KhLiaa Ezir* est représenté dans la figure **01**.

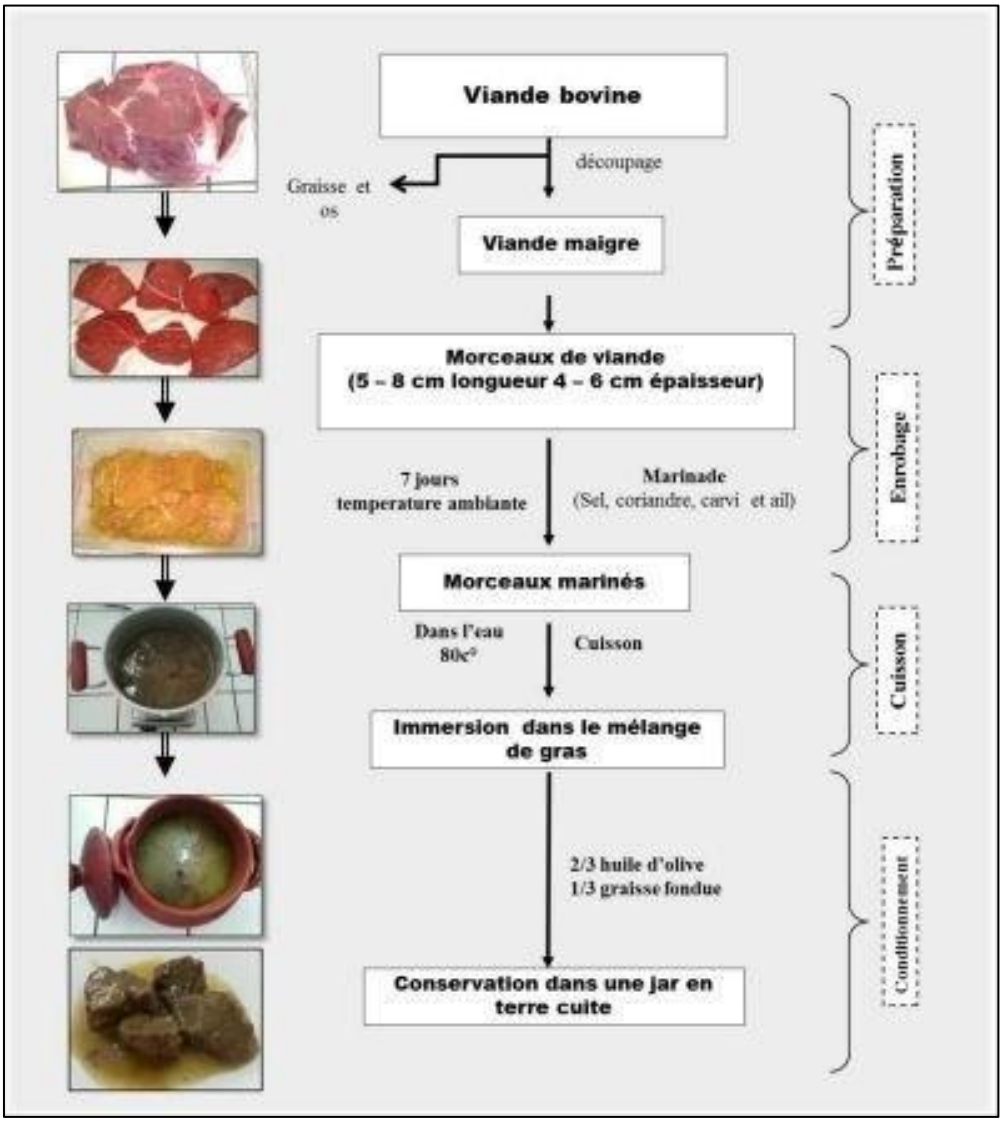


Fig. 01 : Diagramme de préparation traditionnelle de *Khliaa Ezir (Boudechicha et al. ,2015)*

11.3.1 Préparation

La viande désossée et débarrassée de graisses est découpée en gros morceaux de 5-8 cm de longueur et de 4-6 cm d'épaisseur. Les morceaux sont ensuite nettoyés à l'eau courante afin d'éliminer le sang et la poussière résiduelle en surface *(Boudechicha et al., 2015).*

11.3.2 Enrobage et marinade L'enrobage

L'enrobage se fait à sec. Il consiste à recouvrir la viande par un ensemble d'épices composés de : sel (9%), carvi (3%), coriandre (1.5 %) et ail fraîchement moulu (2%). Les morceaux de *viande enrobés ont été* par la suite laissés mariner pendant 7 jours à une température ambiante. Tous les deux jours, les morceaux sont malaxés manuellement pour Permettre une imprégnation plus rapide et homogène du sel et mélange d'épices *(Boudechicha et al., 2015).*

11.3.3 Cuisson

La viande est bouillée dans de l'eau à condition que les morceaux de viande doivent être totalement recouverts d'eau. La durée de cuisson est 2 heures et 10 minutes, à une température comprise entre 75 à 80 C° à cœur. La cuisson s'achève lors de l'évaporation quasi-complète d'eau *(Boudechicha et al., 2015).*

11.3.4 Conservation

Après la cuisson, les morceaux de viande sont imprégnés dans un mélange d'huile d'olive (2/3) et de graisse ovine préalablement fondue (1/3) puis conservés dans des jarres en terre cuite avec couvercle, à l'abri de la lumière et dans un endroit sec à température ambiante **(***Boudechicha et al., 2015)***.**

11.4 Consommation de *Khalia Ezir*

Khliaa Ezir est un produit carné prêt-à-manger, il est généralement consommé tel qu'il est comme un apéritif avec du pain, grillé ou ajouté à des plats traditionnels tels que « Chakhchoukha », le « Couscous » et « Aiche » à base du blé dur surtout durant l'hiver *(Gagaoua et Boudechicha, 2018).*

11.5 Etats de connaissance sur *Khliaa Ezir*

Les travaux consacrés au *Khliaa Ezir* ont principalement porté, dans un premier temps, sur la description de son procédé traditionnel de fabrication et l'élaboration d'une fiche technique du produit, à partir d'une enquête menée auprès des ménages de la région de Constantine *(Boudechicha et al., 2015).* Par la suite, une caractérisation physicochimique et sensorielle du produit, complétée par une étude protéomique préliminaire au cours des différentes étapes de fabrication, a été réalisée *(Boudechicha et al., 2016).* Enfin, une étude microbiologique portant sur les différentes étapes du procédé de fabrication a été menée (*Boudechicha et al., 2017).*

Toutefois, ces travaux se sont exclusivement intéressés au produit carné fini, sans considérer le bouillon généré au cours de sa cuisson. À notre connaissance, aucune étude scientifique n'a été consacrée à la caractérisation physicochimique, technologique ou sensorielle de ce bouillon, ni à l'évaluation de son potentiel de valorisation alimentaire. Pourtant, le procédé de cuisson favorise le transfert dans le bouillon de nombreux composés solubles, notamment des protéines, des peptides, des acides aminés, des lipides, des minéraux et des composés aromatiques, susceptibles de lui conférer un intérêt nutritionnel, technologique et sensoriel. Ainsi, la

caractérisation de ce bouillon constitue une approche innovante ouvrant des perspectives prometteuses de valorisation alimentaire. Cette valorisation s'inscrit également dans une démarche de développement durable et d'économie circulaire visant à réduire les pertes de matières premières et à optimiser l'utilisation des ressources alimentaires. Par ailleurs, elle pourrait contribuer à préserver le patrimoine gastronomique algérien en valorisant un coproduit susceptible de conserver les qualités sensorielles et les saveurs authentiques développées lors de la fabrication traditionnelle du *Khliaa Ezir*.

MATERIEL ET METHODES

Préambule

La présente étude vise à caractériser le bouillon de cuisson issu de la fabrication du *Khliaa Ezir*, produit carné traditionnel de l'Est Algérien, afin d'évaluer son potentiel de valorisation alimentaire. Pour atteindre cet objectif, une démarche expérimentale a été mise en œuvre, comme l'illustre la **Figure 02**, et qui s'articule autour de deux volets .

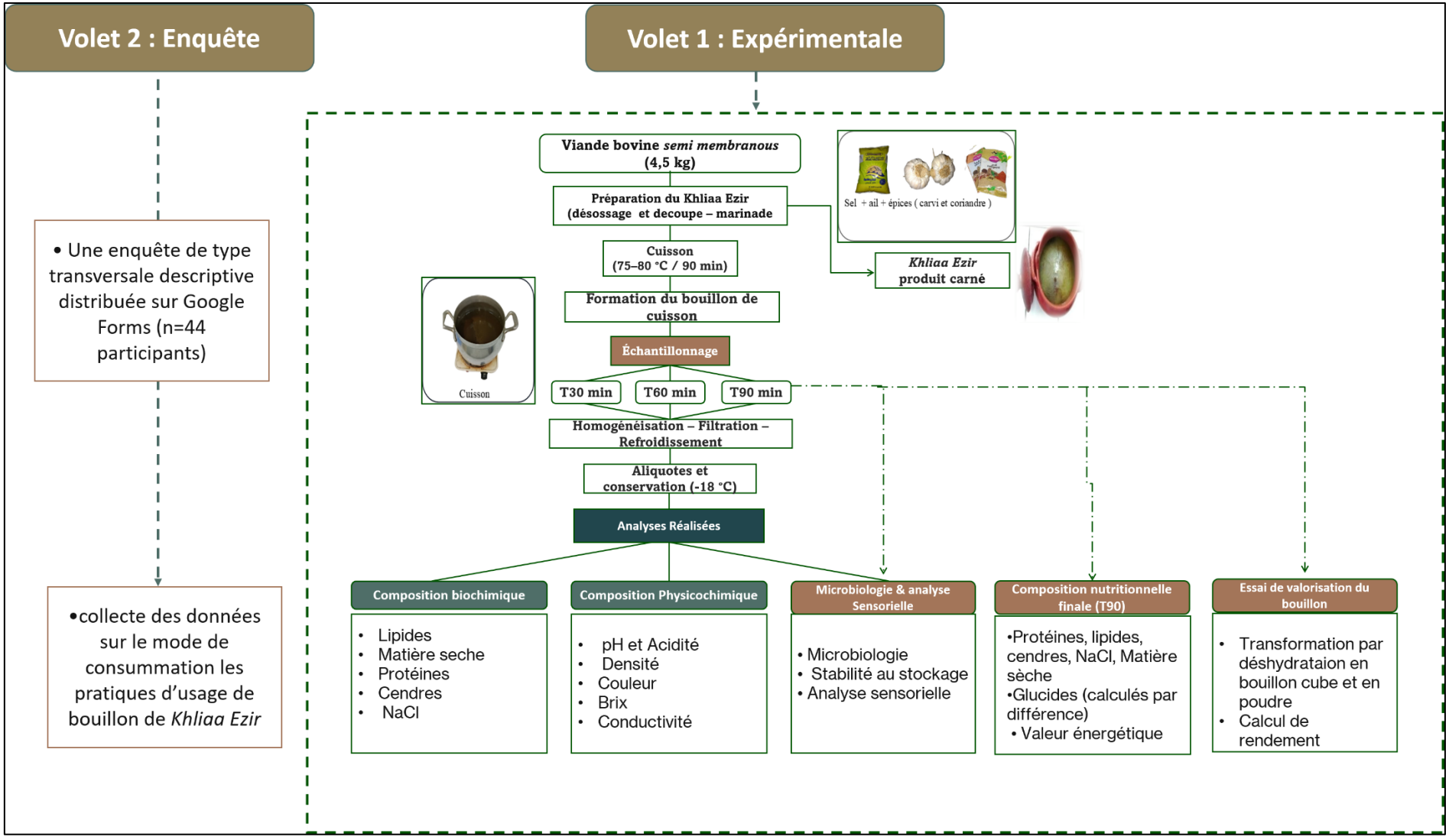


Fig.02 : Démarche expérimentale globale pour la caractérisation du bouillon de *Khliaa Ezir* au cours de la cuisson

1. Préparation de *Khliaa Ezir* et échantillonnage

1.1 Matériel biologique

La viande utilisée pour cette étude est issue d'un jeune bovin-âgé d'environ un an. Les morceaux utilisés sont ceux du muscle *Semi- membranosus* situé au niveau de la loge postérieure de la cuisse, et ont été prélevés 48h post-mortem. La viande a été approvisionnée chez un boucher de la commune de Collo, Wilaya de Skikda.

1.2 Ingrédients et matériels utilisés

- **Sel** : Le sel utilisé est un sel de cuisine iodé, de granulométrie fine, commercialisé en sachet de 1kg.
- **Coriandre** : La coriandre (*Coriandrum sativum*) utilisée pour la préparation de Khliaa Ezir est coriandre sous forme déshydratée moulue acheté des supermarchés.
- **Carvi :** Le carvi (*Carum carvi)* utilisé est de carvi moulu acheté des supermarchés.
- **Ail** : (*Allium sativum*) a été acheté directement chez un marchand et a été utilisé fraîchement et finement haché pour la préparation de *Khliaa Ezir.*
- **Eau** : l'eau utilisée pour la cuisson *de Khliaa Ezir* est une eau potable caractérisée par un pH de 7 et une teneur en minéraux total (résidu sec à 180°C) de 660mg/l.

1.3 Préparation de *Khliaa Ezir* et collecte du bouillon

Une quantité totale d'environ 4,5 kg de viande a été répartie en cinq lots de 0.9 kg servant à la préparation de cinq productions de *Khliaa Ezir* selon le protocole décrit par Boudechicha et al., *(2018),* comprenant quatre étapes principales : la préparation et la marinade, la cuisson, et l'affinage (**figure 03**). La viande a été désossée et débarrassée de graisses visibles puis découpée en morceaux : 5–8 cm de longueur et 4–6 cm d'épaisseur. Les morceaux sont nettoyés à l'eau courante pour éliminer le sang et les impuretés en surface. Après lavage à l'eau courante, les morceaux ont été enrobés d'un mélange d'épices composé de sel (81g), de coriandre (27g), d'ail frais moulu (18g) et de carvi (13,5g). La viande a ensuite été marinée pendant sept jours dans un bocal en plastique, avec un malaxage tous les deux jours afin d'assurer une répartition homogène des ingrédients.

La cuisson de la viande de *Khliaa Ezir* a été réalisée à pression atmosphérique dans un pot, avec un rapport eau : viande (2 :1) (v/w),avec 2 litres pour chaque préparation. Les morceaux de viande ont été totalement recouverts d'eau et cuits pendant 90 min entre une température de

75–80 °C à cœur. La composition et les quantités d'ingrédients utilisés pour la préparation du bouillon de *Khliaa Ezir* sont démontrées en (**annexe I).**

1.4. Échantillonnage et Points de prélèvement

Afin de suivre l'effet du temps de cuisson sur la composition biochimique et les caractéristiques physico-chimiques et technologique du bouillon de *Khliaa Ezir*, des prélèvements ont été effectués à trois temps distincts : à 30 min (T30), 60 min (T60) et à la fin de cuisson 90 min (T90). Avant chaque prélèvement, le bouillon a été homogénéisé avec une baguette en verre. Un aliquote d'environ 200 ml a ensuite été prélevé, et tamisé à l'aide d'une passoire pour afin d'éliminer les particules grossières solides avant d'être filtré sur papier Whatman n°1, afin d'éliminer les particules solides fines. Les échantillons ont ensuite été refroidis à température ambiante, puis subdivisés en aliquotes distinctes destinées aux différentes analyses et conservés au congélateur (-18°C) jusqu'à leur utilisation. Les analyses microbiologiques, l'étude de stabilité ainsi que l'évaluation sensorielle ont été réalisées sur le bouillon prélevé à la fin de la cuisson (T90), considéré comme le produit final, afin d'évaluer sa qualité sanitaire ainsi que ses caractéristiques organoleptiques en vue de sa valorisation alimentaire.

Avant chaque analyse, les échantillons ont été décongelés à température ambiante puis homogénéisés. Pour chaque type d'analyse et à chaque temps de prélèvement, les analyses ont été réalisées en duplicate. La composition moyenne a été exprimée par g/100g de bouillon de matière humide.

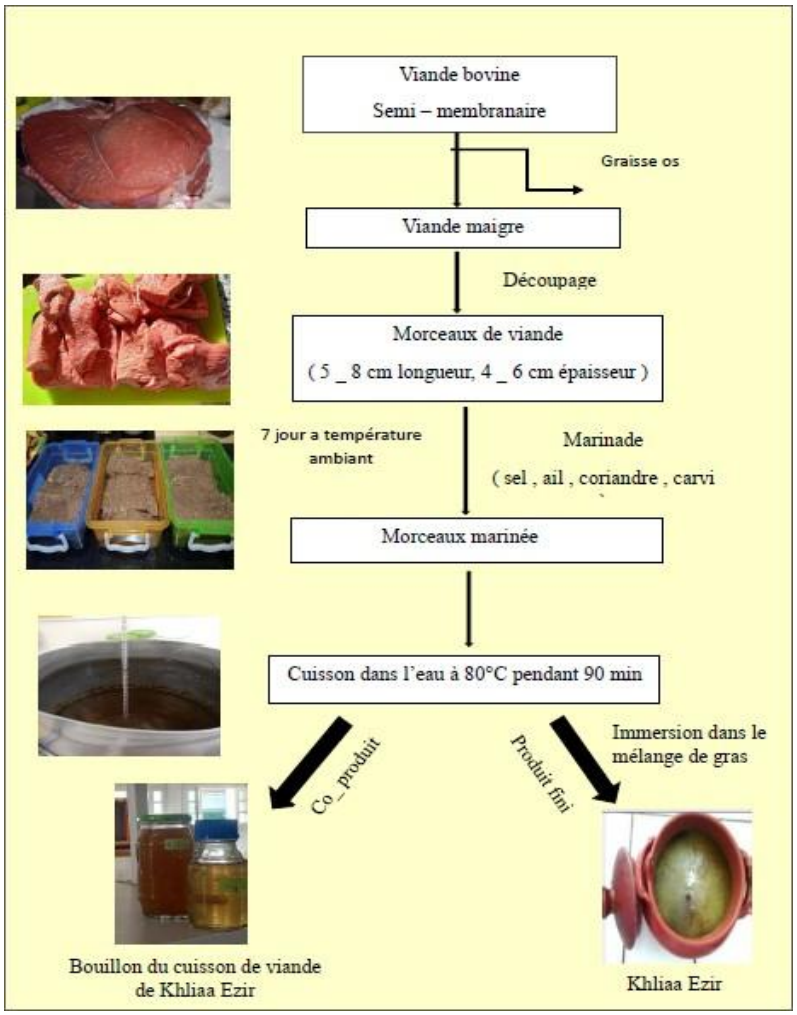


Fig.03 : Diagramme de préparation traditionnelle de bouillon de *Khliaa Ezir* (*Boudechicha et al.,2015)*

2. Essai de valorisation et de transformation du bouillon de cuisson à la fin de cuisson

Dans une optique de stabilisation et de transformation du bouillon de cuisson en une forme sèche, la fraction liquide finale collectée à la fin de la cuisson (T90 min) a été soumise à un procédé de séchage par air chaud. Le bouillon liquide a d'abord été homogénéisé, puis pesé afin de déterminer la masse initiale brute ($M_{liquide}$). Le bouillon a ensuite été soumis à un séchage par convection thermique au sein d'un déshydrateur de marque (Clatronic International GmbH) à une température contrôlée de 60 °C pendant une durée de *(*6 h*)*, jusqu'à l'obtention d'une texture solide. Il a ensuite été réparti de manière standardisée dans des moules en silicone de dimensions uniformes (2x2 x2 cm). Après refroidissement à température ambiante, la masse sèche totale obtenue a été pesée (M_{sec}) pour le calcul du rendement en utilisant la formule suivante : $\mathbf{R}\ (\%) = \frac{\mathbf{M_{sec}}}{\mathbf{M_{liquide}}} \times \mathbf{100}$

Où : R : Rendement exprime en pourcentage (%) ; $\mathbf{M_{sec}}$: Masse totale de la poudre ou des cubes obtenus après séchage (g) ; $\mathbf{M_{liquide}}$: Masse brute du bouillon liquide initial introduit dans les moules (g).

Le produit final a été préparé sous deux formes distinctes :

- **Une forme « bouillon-cube » :** obtenue par démoulage direct des blocs solides après séchage.
- **Une forme « poudre déshydratée » :** obtenue après concassage et broyage des cubes séchés.

Les deux formes de bouillon de *Khliaa Ezir* ont été immédiatement conditionnées et conservées dans des bocaux hermétiques à l'abri de l'humidité. L'ensemble des étapes de valorisation du bouillon ont été présentées dans la **figure 04**.

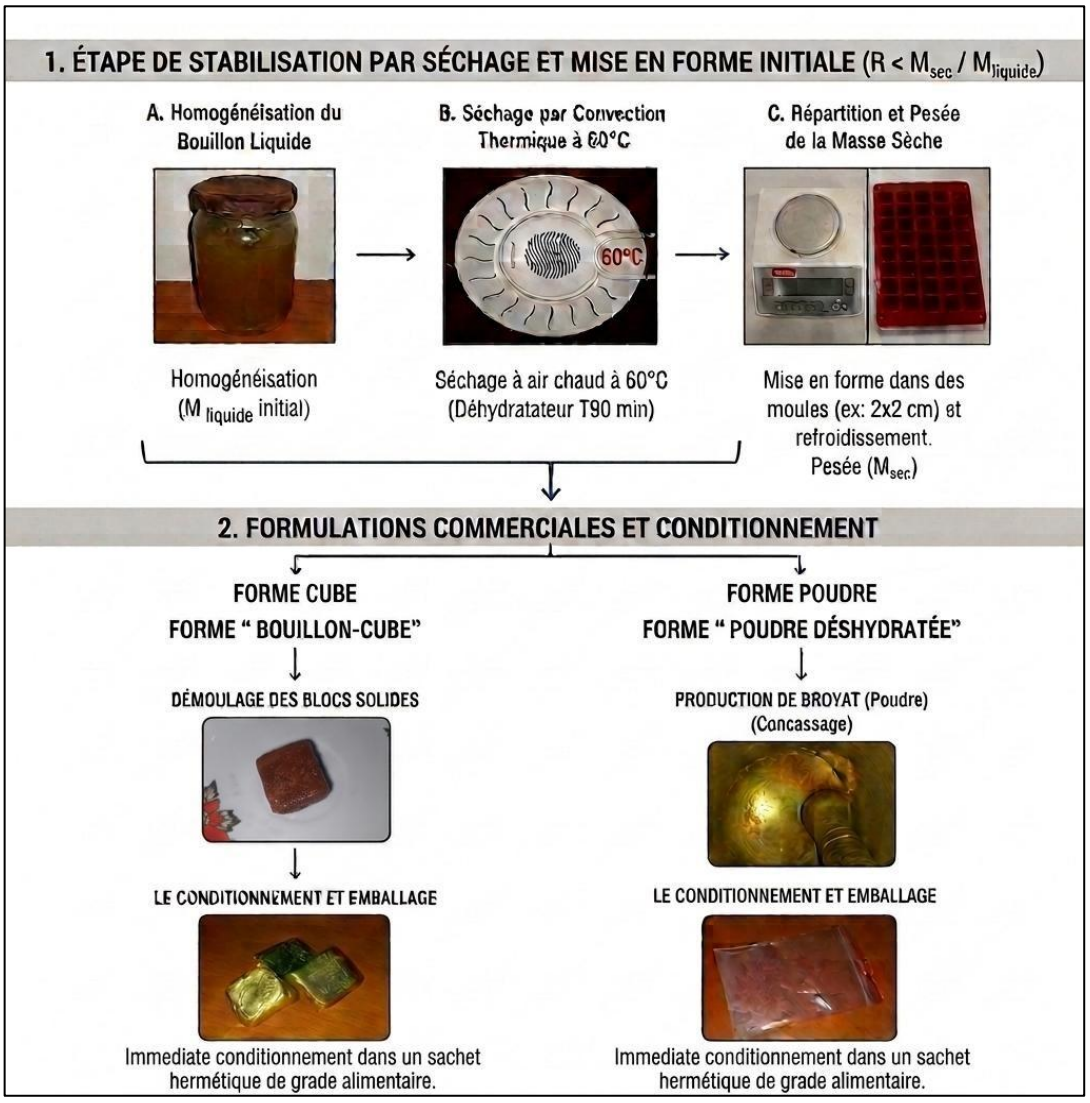


Fig.04 : Diagramme des étapes de transformation et de conditionnement du bouillon de *Khliaa Ezir* dans le cadre d'un essai de valorisation.

3. Caractérisation de la composition chimique bouillon de *khliaa Ezir*

3.1. Détermination de la teneur en matière sèche :

La teneur en matière sèche des bouillons de viande a été déterminée par une méthode gravimétrique classique basée sur la mesure de l'extrait sec des produits liquides alimentaires, selon le principe décrit par Turpaud **(***1910)* et les méthodes normalisées de l'AOAC *(2000***).** Un volume de 20 ml de bouillon préalablement filtré a été introduit dans une capsule préalablement séchée et pesée. L'échantillon a ensuite été évaporé au bain-marie, puis séché dans une étuve de séchage (modèle UE 400, Memmert, Allemagne) à 105 °C jusqu'à l'obtention d'une masse constante. Après refroidissement dans un dessiccateur, la capsule a été pesée de nouveau afin de déterminer la masse du résidu sec. La teneur en matière sèche (MS) a été calculée à partir de la masse du résidu obtenue après séchage. Les résultats ont été exprimés en (%), correspondant à la quantité de matière sèche pour 100 g de bouillon (%), et calculés selon la formule suivante :

$$\textbf{matière séche } (\%) = \frac{m2-m1}{m1-m0} * 100$$

Où : $\mathbf{m_1}$: la masse de la capsule contenant l'échantillon humide avant séchage (en g) ; $\mathbf{m_2}$: la masse de la capsule contenant le résidu sec après séchage (g) ; $\mathbf{m_0}$: la masse de la boite de pétrie vide (g).



Fig.05 : Détermination de la matière sèche de *Khliaa Ezir*.

3.2. Détermination de la teneur en cendres :

La teneur en cendres a été déterminée selon la méthode décrite dans la norme *ISO 936 (1998).* Cette analyse repose sur le principe de l'incinération complète de la matière organique de l'échantillon dans un four à moufle à haute température, de manière à ne conserver que la fraction minérale résiduelle. Pour ce faire, une capsule en porcelaine a été chauffée pendant 20 minutes à 550 °C, puis refroidie dans un dessiccateur avant d'être pesée (m_0). Une prise d'essai de 2 g d'échantillon homogénéisé a ensuite été introduite dans la capsule, puis l'ensemble a été

pesé (m_1). La capsule contenant l'échantillon a ensuite été placée dans un Four à moufle (Nabertherm, Allemagne), série L(T) à 550 ± 25 °C pendant 5 à 6 heures. L'incinération a été poursuivie jusqu'à l'obtention d'un résidu minéral de couleur gris-blanc ; Après refroidissement dans un dessiccateur la capsule contenant les cendres a été pesée (m_2). La teneur en cendres, exprimée en pourcentage, a été calculée à partir de la masse du résidu minéral obtenue après calcination, rapportée à la masse initiale de l'échantillon, selon la formule suivante :

$$\textbf{Teneur en cendres (\%)} = \frac{m2 - m0}{m1 - m0} * 100$$

Où : m_0 : la masse de la capsule vide (g), $\mathbf{m_1}$: la masse de la capsule contenant l'échantillon avant incinération(g), $\mathbf{m_2}$: la masse de la capsule contenant les cendres après incinération (g),



Fig.06 : Détermination de la teneur en cendres de bouillon de *Khliaa Ezir*.

3.3. Détermination de la teneur en chlorure de sodium :

La teneur en chlorure de sodium (NaCl) des échantillons a été déterminée par la méthode de Mohr, *(Pearson, 1976 ; AOAC, 1980).* Une technique de titrage direct en milieu neutre. Le protocole consiste à peser 25 g d'échantillon avec précision, puis à effectuer une extraction saline dans 200 ml d'eau distillée bouillante en agitant continuellement pendant 60 minutes. Après filtration, le filtrat est recueilli dans une fiole jaugée de 250 ml, puis ajusté au trait de jauge avec de l'eau distillée. Une prise d'essai de 10 ml de ce filtrat est ensuite titrée par une solution de nitrate d'argent ($AgNO_3$, 0,1 N) en utilisant du chromate de potassium (K_2CrO_4) a' 5% comme indicateur coloré, jusqu'à l'apparition d'une coloration rouge-brun persistante (**Figure 07**). La teneur en NaCl exprimée en (%) a été effectuée en duplicate et calculée selon la formule suivante :

$$\textbf{Teneur en Nacl (\%)} = \frac{250*}{10*25} * (\mathbf{S - B}) * \mathbf{F} * 100$$

Où : S et B représentent respectivement les volumes de titrant pour l'échantillon et le blanc (en ml) ; F le facteur de conversion **(**1 ml de nitrate d'argent 0,1 N équivaut à 0,005844 g de chlorure de sodium).



Fig.07 : dosage des chlorures (NaCl) du bouillon de *Khliaa Ezir* par la méthode Mohr.

3.4. Détermination de la teneur en matière grasse

La teneur en matières grasses a été déterminée selon la norme ISO, 1444 *(1996)* en utilisant la méthode d'extraction Randall à l'aide d'un extracteur automatique de type SER 148 (VELP Scientific). Une prise d'essai de 3 g de bouillon préalablement séchée, a été introduite dans une cartouche d'extraction. Celle-ci a été ensuite placée dans l'appareil cartouche d'extraction puis dans un gobelet vide préalablement pesé. Cette dernière est ensuite installée dans l'appareil d'extraction, le solvant a porté à ébullition a une température d'extraction de 130 °C, pendant 90 min. À l'issue de l'extraction, les gobelets contenant l'extrait lipidique ont été séchés dans une étuve à 105 °C pendant une heure, refroidis à température ambiante dans un dessiccateur puis pesés avec précision. La teneur en matières grasses a été déterminée par méthode gravimétrique selon l'équation suivante :

Teneur en Lipides totaux (%) = $((M_w - M_d) \times 100) / m$

Où : **m** : représente la masse de l'échantillon analysé (g) ; $\mathbf{M_d}$:la masse du gobelet vide (g) ; **Mw** : la masse du gobelet contenant l'extrait lipidique après extraction (g).



Fig. 08 : Détermination de la teneur en lipides (Randall)

3.5. Dosage des protéines :

La teneur en protéines des échantillons de bouillon de viande a été déterminée par la méthode de Kjeldahl, basée sur le dosage de l'azote total, décrite selon *AOAC (2005).* Un volume de 5 ml d'échantillon a été introduit dans un tube de Kjeldahl, puis 20 ml d'acide sulfurique concentré (H_2SO_4), 15 g de sulfate de potassium (K_2SO_4) et 0,04 g de sulfate de cuivre ($CuSO_4$) ont été ajoutés comme catalyseurs de la minéralisation. Le mélange a été chauffé jusqu'à l'apparition de fumées blanches denses, puis la digestion a été poursuivie pendant environ 70 minutes, jusqu'à l'obtention d'une solution claire bleu-vert, traduisant la transformation de l'azote organique en sulfate d'ammonium. Après refroidissement, 30 ml d'eau distillée ont été ajoutés, suivis de 75 ml d'une solution de soude (NaOH) à 50 % afin de libérer l'ammoniac. Celui-ci a été distillé et recueilli dans un flacon contenant 50 ml d'acide borique à 4 % additionné de quelques gouttes d'indicateur coloré. Environ 25 à 30 ml de distillat ont été collectés. Enfin, le distillat a été titré à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique (HCL) à 0,1 M jusqu'au virage de l'indicateur. Un essai à blanc, réalisé dans les mêmes conditions mais sans échantillon, a été effectué afin de corriger les résultats. La teneur en azote obtenue a ensuite été convertie en teneur en protéines en multipliant la teneur en azote par 6.25.

La teneur en azote total a été calculée à partir du volume d'acide chlorhydrique consommé lors du titrage selon la formule suivante :

$$\mathbf{N\ (\%)} = [0{,}0014 \times (V_1 - V_0) \times 100] / m$$

Où : $\mathbf{V_0}$: représente le volume (ml) de la solution d'acide chlorhydrique à 0,1 N utilisé pour l'essai à blanc ;$\mathbf{V_1}$: le volume (ml) de la même solution utilisée pour le titrage de l'échantillon ;**m** : la masse (g) de la prise d'essai. Le facteur 0,0014 correspond à la masse d'azote équivalente à 1 ml d'acide chlorhydrique 0,1 N.



Fig. 09 : Détermination de la teneur en protéines selon la méthode de Kjeldahl (Digestion, Distillation, Titration) (*AOAC ,2005).*

3.6 Calcul des glucides (Carbohydrates)

Les glucides sont calculés pour le bouillon à la fin de la cuisson (T_{90min}) selon **Dabasso et al. (2018)** par différence à l'aide de la formule suivante :

Carbohydrates =100- (Protéines +lipides + cendres)

3.7 Calcul de l'énergie totale (Gross Energy - GE)

L'énergie brute (GE) est calculée à la fin de la cuisson (T_{90min}) selon la formule recommandée par l'OMS **(WHO) (Dabasso et al 2018) :**

GE= (protéines x 4) +(lipides x9) + (carbohydrates x 4)

4. Caractérisation physico- chimique et technologique de bouillon de *khliaa Ezir*

4.1. Détermination de pH

La détermination du pH des bouillons de cuisson de viande a été réalisée par méthode potentiométrique à l'aide d'un pH-mètre équipé d'une électrode de verre combinée, conformément à la norme ISO, 2917 *(1974)***.** Le principe repose sur la mesure de la différence de potentiel entre l'électrode de mesure et une électrode de référence immergées dans l'échantillon. Préalablement à la mesure, l'échantillon de bouillon a été refroidi à une température contrôlée de 20 ± 2 °C. Après étalonnage du pH-mètre à l'aide de solutions tampons de pH 4,0 et 7,0, l'électrode a été immergée directement dans une prise d'essai de 20 mL de bouillon jusqu'à stabilisation de la lecture (**Figure 10**).

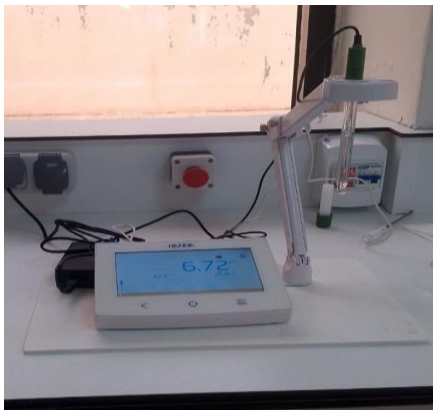


Fig. 10 : pH-mètre utiliser pour mesure de pH de bouillon de *Khliaa Ezir*.

4.2. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité titrable du bouillon de cuisson de viande a été déterminée par titrage alcalimétrique selon la méthode décrite par l'AOAC (*2023).* Un volume de 10 mL de bouillon homogénéisé a été introduit dans un erlenmeyer de 250 mL, puis dilué avec 50 mL d'eau distillée. Quelques

gouttes de phénolphtaléine à 1 % ont été ajoutées comme indicateur. L'échantillon a ensuite été titré avec une solution de NaOH 0,1 N jusqu'à l'apparition d'une coloration rose pâle (**Figure12**). L'acidité titrable, exprimée en pourcentage d'acide lactique, a été calculée selon la formule suivante :

$$\textbf{Acidite´ (\% acide lactique)}=\frac{V\times N\times 0{,}09\times 100}{m}$$

Où **: V** :le volume de NaOH utilisé pour le titrage (mL) ; **N** : la normalité de la solution de NaOH (0.1 N) **; M** : la masse (g) ou le volume équivalent de l'échantillon ; **0,09** : le facteur correspondant à la masse équivalente de l'acide lactique (90,08 $g \cdot eq^{-1}$).



Fig.11 : Mesure de l'acidité titrable de bouillon de cuisson de *Khliaa Ezir*

4.3. Détermination de la conductivité

La conductivité électrique permet d'évaluer la concentration ionique totale de la solution et a été mesurée par électrométrie à l'aide d'un conductimètre (Hanna Instruments, modèle HI2003, Roumanie), un dispositif fondé sur l'application d'un courant alternatif entre deux électrodes immergées dans la solution analysée. La réponse électrique du milieu permet de déterminer la conductivité, exprimée en mS/cm ou µS/cm, à partir du signal mesuré. Avant chaque mesure, l'appareil a été étalonné à l'aide d'une solution étalon de chlorure de potassium (KCl) puis d'un rinçage de la sonde à l'eau distillée pour éviter toute contamination, puis de son immersion dans l'échantillon jusqu'à stabilisation de la lecture. Les valeurs obtenues sont corrigées en fonction de la température et rapportées à 25 °C, avec un coefficient de compensation d'environ 2 % °C.



Fig.12 : appareillage de mesure de la conductivité électrique.

4.4. Détermination de la couleur

La couleur des échantillons de bouillon a été déterminée à l'aide de l'application Grab Color Extracting (version 3.6.1, Loomatix Ltd, Munich, Allemagne), selon une méthode adaptée de He et al., *(2020)***.**l'analyse colorimétrique a été réalisée dans l'espace colorimétrique CIE L*a*b*, largement utilisé pour la caractérisation des couleurs conformément à la perception visuelle humaine *(Chen et Ren, 2014***)**, le paramètre (*L**) représente la luminosité le paramètre (*a**) traduit les variations entre le rouge et le vert, tandis que le paramètre *b** exprime les variations entre le jaune et le bleu . Avant les mesures, les échantillons de bouillon prélevés à différents temps de cuisson (30, 60 et 90 min) ont été légèrement homogénéisés afin d'assurer une distribution uniforme. Les mesures ont été réalisées en duplicate et les valeurs moyennes ont été retenues.

4.5. Détermination de la densité

La densité relative d'un liquide (bouillon de viande) est déterminée par pycnomètre à 20°C **(Figura et Teixeira 2007).** Cette méthode consiste à comparer la masse d'un volume connu du liquide à la masse du même volume d'eau distillée à la même température et elle est définie comme :

$$\mathbf{d} = \frac{\boldsymbol{\rho}\mathbf{bouillon}}{\boldsymbol{\rho}\mathbf{eau}} = = \frac{\boldsymbol{m2}-\boldsymbol{m0}}{\boldsymbol{m1}-\boldsymbol{m0}}$$

Où : *d* : Densité relative (sans unité) ; *ρ* bouillon: Masse volumique du bouillon à 20°C (g/ml) ; *ρ*eau: Masse volumique de l'eau distillée à 20°C (g/ml) ; $\mathbf{m_0}$: Masse du pycnomètre en verre propre sec et vide en (g) ; $\mathbf{m_1}$: Masse de pycnomètre entièrement rempli d'eau distillée à 20°C (g) ; $\mathbf{m_2}$: Masse de pycnomètre entièrement rempli de bouillon de viande filtré à 20 °C (g)



Fig.13 : détermination de la densité du bouillon de cuisson de *Khliaa Ezir.*

4.6. Détermination de degré de Brix :

Le degré Brix du bouillon de cuisson de viande est déterminé par réfractométrie à l'aide d'un réfractomètre différentiel numérique (modèle DD-7, ATAGO Co., Ltd., Japon) préalablement étalonné avec de l'eau distillée à 20 °C (ICUMSA, 2000). Après filtration et homogénéisation, quelques gouttes de l'échantillon sont déposées sur le prisme de l'appareil, puis la valeur du °Brix est lue directement. Cette mesure permet d'estimer la teneur en solides solubles totaux du bouillon (protéines, peptides, sels minéraux et autres composés dissous), 1 °Brix correspondant à 1 g de matières solubles pour 100 g de solution.

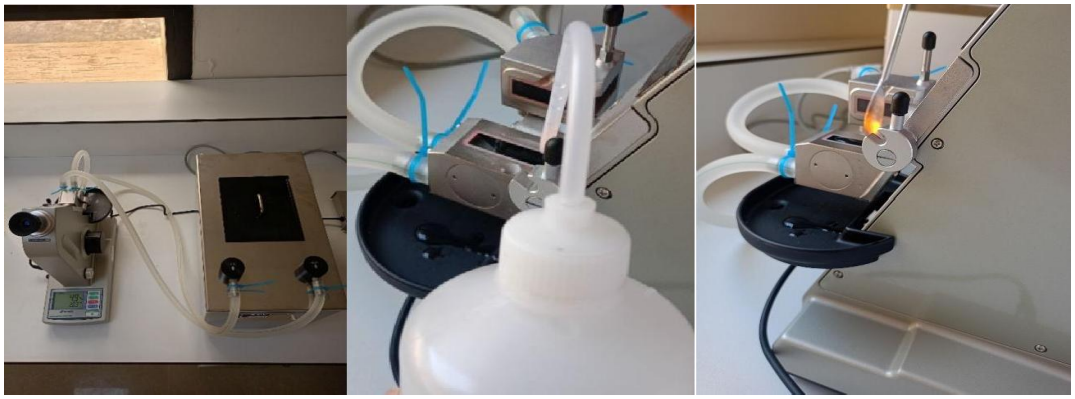


Fig.14 : Mesure du degré Brix de bouillon de *Khliaa Ezir* a l'aide d'un réfractomètre.

5. Stabilité au stockage

La stabilité au stockage du bouillon de *Khliaa Ezir*, obtenu après 90 minutes de cuisson, a été évaluée selon la méthode décrite par Guan et al. (*2024***)** et Wang et al. *(2016).* Pour suivre l'évolution de la phase colloïdale soluble au fil du temps, 10 ml de bouillon filtré ont été introduits dans des tubes, puis conservés à 4 °C. L'évolution de l'homogénéité du système a été

suivie aux jours 0, 7 et 14 de stockage réfrigéré par la mesure des hauteurs de phases à l'aide d'une règle graduée. Chaque essai a été réalisé en duplicate. L'indice de stabilité de l'échantillon a été calculé selon la formule suivante :

$$\mathbf{SI\ (\%)} = \frac{Hx}{HT} * \mathbf{100}$$

Où : SI : indice de stabilité exprimée en pourcentage (%) ; **Hx** : représente la hauteur de la phase inférieure ; **H_T :** représente la hauteur totale initiale de l'échantillon dans le tube.

6. Analyses microbiologiques

Le bouillon de cuisson de *Khliaa Ezir* utilisé dans cette étude a été obtenu à partir de deux échantillons après 90 minutes de cuisson (T90). Après la cuisson, le bouillon a été filtré à l'aide d'un papier filtre afin d'éliminer les particules solides. Des échantillons de bouillon filtré ont ensuite été prélevés aseptiquement dans des flacons stériles. Toutes les manipulations ont été effectuées dans des conditions d'asepsie rigoureuses pour éviter toute contamination extérieure. Les analyses microbiologiques effectuées sont représentées dans la **Figure 15**.

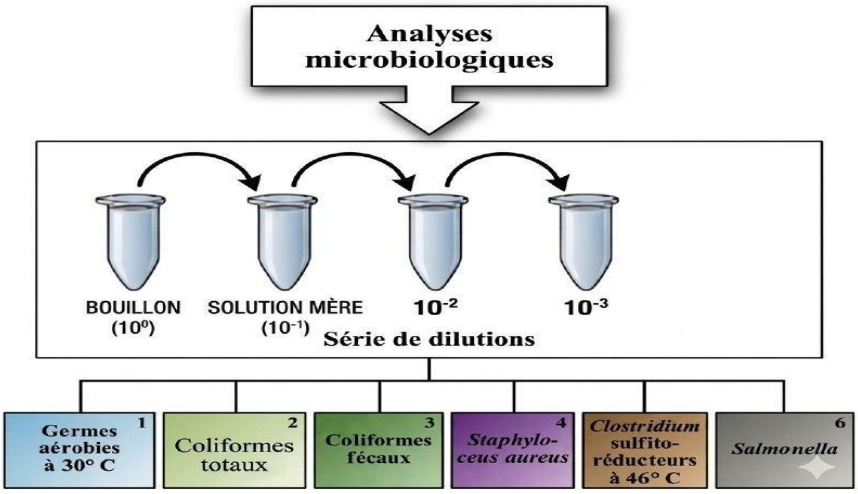


Fig.15 : Schéma résumant les analyses microbiologiques effectuées sur bouillon *Khliaa Ezir.*

6.1. Préparation de la suspension mère et des dilutions décimales :

Conformément à la norme ISO 6887-*1 (2017)* et aux recommandations de l'Institut Pasteur (*2015*), l'analyse microbiologique de chaque échantillon a commencé par la préparation d'une suspension mère 10^{-1}. Pour chaque échantillon, 25 ml de bouillon de *Khliaa Ezir* ont été prélevés aseptiquement sous une flamme de bec Bunsen, puis introduits dans un flacon contenant 225 mL de solution saline de Tryptone-Sel (TS). L'échantillon brut (10^0) [a] été considéré comme la suspension initiale, avant la réalisation des dilutions successives. Après

avoir soigneusement homogénéisé la suspension, une série de dilutions décimales successives de 10^{-2} jusqu'à 10^{-3} a été effectuée en transférant 1 mL de chaque dilution dans 9 mL de diluant stérile à l'aide d'une pipette stérile différente à chaque étape, afin d'éviter toute contamination croisée et de garantir la fiabilité des résultats (*ISO 6887-1 2017).* Toutes les manipulations et les inoculations ont été réalisées en duplicata pour chaque dilution. Cette étape permet de préparer les suspensions nécessaires au dénombrement des micro-organismes recherchés, notamment la flore mésophile aérobie totale, les staphylocoques et les coliformes. Le nombre de microorganismes est calculé selon la formule suivante :

$$\mathbf{N = \Sigma C / [V \times (n1 + 0{,}1\ n2) \times d]}$$

Avec : N : nombre de microorganismes (UFC/g ou UFC/mL) ; ΣC : somme des colonies comptées sur deux dilutions successives ; V : volume inoculé (mL) ; n1 : nombre de boîtes retenues à la première dilution ; n2 : nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution ; d : facteur de dilution correspondant à la première dilution retenue.

6.2. Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FMAT)

Le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale a été effectué conformément à la norme internationale *ISO 4833-1 (2013)* pour chacun des deux échantillons par la technique d'ensemencement en profondeur. 1 mL de chaque niveau de dilution (de 10^{0} au 10^{-3}) a été inoculé aseptiquement en double répétition dans des boîtes de Pétri stériles. Une boîte témoin (témoin négatif) a été préparée en ne recevant que le milieu de culture afin de vérifier la stérilité du milieu et des manipulations. Ensuite, environ 15 mL de gélose PCA (Plate Count Agar), maintenue en surfusion à 45 °C, ont été ajoutés à chaque boîte, puis homogénéisés par des mouvements circulaires. Après solidification, les boîtes ont été incubées (Étuve d'incubation JP Selecta, Espagne) à 30 °C pendant 72 heures.

6.3. Dénombrement des coliformes totaux

Le dénombrement des coliformes totaux a été effectué pour chacun des deux échantillons selon la norme *ISO 4832 (2006),* par la technique d'ensemencement en profondeur en double couche sur gélose VRBL (Violet Red Bile). Un volume de 1 mL de chaque niveau de dilution (de 10^{0} à 10^{-3}) a ensuite été transféré aseptiquement dans des boîtes de Pétri stériles, en double répétition pour chaque dilution. Une boîte témoin (témoin négatif) contenant uniquement le milieu de culture a également été préparée afin de vérifier la stérilité du milieu et des manipulations. Environ 15 mL de gélose VRBLC fondue et maintenue en surfusion à une température comprise entre 44 °C et 47 °C ont été versés dans chaque boîte, puis homogénéisés

délicatement par mouvements circulaires. Après solidification de la première couche, une seconde couche d'environ 5 mL du même milieu a été ajoutée en surface afin d'assurer une meilleure sélectivité et de favoriser le développement des coliformes. Après solidification complète, les boîtes ont été incubées (Étuve d'incubation JP Selecta, Espagne) à 37 °C pendant 24 heures. Le résultat est exprimé en UFC/g ou UFC/mL.

6.4. Dénombrement des coliformes fécaux :

Le dénombrement des coliformes fécaux a été effectué pour chacun des deux échantillons conformément à la norme **ISO 4832:2006,** par la méthode d'ensemencement en profondeur en double couche sur gélose VRBL. volume de 1 mL de chaque niveau de dilution (de 10^0 à $10^{-3)}$ a ensuite été transféré aseptiquement dans des boîtes de Pétri stériles, en double répétition pour chaque dilution. Une boîte témoin (témoin négatif) contenant uniquement le milieu de culture a également été préparée afin de vérifier la stérilité du milieu et des manipulations. Environ 15 ml de gélose VRBL fondue et maintenue en surfusion à une température comprise entre 44 °C et 47 °C ont été versés dans chaque boîte, puis homogénéisés délicatement par des mouvements circulaires. Après solidification de la première couche, une seconde couche d'environ 5 mL du même milieu a été ajoutée afin d'améliorer la sélectivité et de favoriser le développement des coliformes fécaux. Après solidification complète, les boîtes ont été incubées (Étuve d'incubation JP Selecta, Espagne) à l'envers à 44 °C pendant 24 heures.

6.5. Dénombrement des bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ASR) :

Le dénombrement des bactéries anaérobies sulfito-réductrices a été effectué conformément à la norme NA 15176 (*2014*) ainsi qu'aux recommandations de Brian (*1995***)** et CUQ ***(****2007*). Pour chacun des deux échantillons, les analyses ont été réalisées en double répétition. 1 mL de chaque niveau de dilution (de $10^{0\ au}\ 10^{-3)}$ a été introduit aseptiquement dans des tubes stériles. Ces tubes ont été placés dans un bain-marie à 80 °C pendant 10 minutes afin de détruire les formes végétatives et d'activer les spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices (principalement du genre Clostridium). Immédiatement après ce traitement thermique, les tubes ont été refroidis sous un courant d'eau froide pour bloquer le choc thermique.Enfin, environ 18 à 20 mL de gélose VF SR (Viande Foie Sulfito-Réducteur) fondue et maintenue en surfusion à 45 ± 1 °C ont été coulés directement dans chaque tube. Les tubes ont été homogénéisés doucement par retournement afin d'éviter l'incorporation d'air et de maintenir les conditions d'anaérobiose, puis laissés à solidifier verticalement. Les tubes ont ensuite été incubés (Étuve d'incubation JP

Selecta, Espagne)à 37 °C pendant 24 à 48 heures. Le nombre de spores est calculé par la formule suivante et le résultat est exprimé en spores/g ou spores/mL :

$N = \Sigma C / (V \times d)$

6.6. Dénombrement de *Staphylococcus aureus*

Le dénombrement de *Staphylococcus aureus* a été réalisé pour chacun des deux échantillons, conformément à la norme ISO 6888-1 *(2017*), par la technique d'ensemencement en surface. Le milieu de culture utilisé est la gélose Baird-Parker, préparée à partir d'un milieu de base supplémenté aseptiquement avec 15 mL d'un mélange stérile composé de 12,5 mL d'émulsion de jaune d'œuf et de 2,5 mL de solution de tellurite de potassium, puis homogénéisé et coulé dans des boîtes de Petri stériles. À partir de l'échantillon brut 10^0, une suspension mère 10^{-1} a été préparée, suivie de dilutions décimales successives allant jusqu'à 10^{-3} dans un diluant stérile. Un volume de 0,1 mL de chaque niveau de dilution a été inoculé en double répétition à la surface du milieu. L'inoculum a été étalé de manière uniforme à l'aide d'un étaleur stérile, à proximité de la flamme d'un bec Bunsen. Un témoin négatif (boîte de contrôle sans inoculation) a également été préparé afin de vérifier la stérilité du milieu de culture et des manipulations. Après absorption complète de l'inoculum, les boîtes ont été incubées (Étuve JP Selecta, Espagne) à 37 °C pendant 48 ± 2 heures, avec une lecture intermédiaire après 24 ± 2 heures. Lorsqu'une seule dilution est utilisée, le calcul est réalisé selon :

$N = \Sigma C / (V \times d)$

Les colonies caractéristiques sont ensuite confirmées par le test de coagulase.



Fig. 16 : Dénombrement des staphylocoques sur gélose Baird-Parker (BPA) : ensemencement et incubation à 37 °C.

6.7. Recherche de Salmonella

La recherche de salmonelle a été réalisée selon la norme internationale ISO 6579-1 (*2017*), en analysant deux échantillons distincts ainsi qu'un témoin servant à valider la stérilité des milieux. Pour l'étape de pré-enrichissement, un volume de 25 mL de chaque échantillon de bouillon a été homogénéisé dans 225 ml d'eau peptonée tamponnée (EPT), tandis que le tube témoin contenait uniquement le milieu de culture sans inoculum. L'ensemble a ensuite été incubé à 37 °C pendant 18 à 24 heures. Après l'incubation, un volume de 0,1 ml du pré-enrichissement a été transféré dans des tubes contenant 10 mL de bouillon de Rappaport-Vassiliadis au soja (RVS) pour l'enrichissement sélectif, puis incubé à 41,5 °C pendant 24 heures. Pour l'isolement, les cultures obtenues sur le milieu RVS ont été ensemencées par la technique des trois cadrans sur des boîtes de gélose Hektoen afin d'obtenir des colonies isolées, puis incubées(Étuve JP Selecta, Espagne) à 37 °C pendant 24 heures.



Fig.17 : l'isolement sélectif de Salmonella sur gélose Hektoen.

7. Caractérisation de la qualité sensorielle de bouillon *Khliaa Ezir*

L'objectif principal de cette analyse consiste à établir une description globale du profil sensoriel du bouillon de *Khliaa Ezir* a la fin de cuisson (après 90 minutes) en évaluant les propriétés organoleptiques du produit, à savoir : l'aspect, la texture, l'odeur, le goût et l'acceptabilité globale du produit. Les descripteurs sensoriels du bouillon ont été déterminés à l'aide d'une fiche d'évaluation standardisée, puis les attributs sensoriels évalués ont été sélectionnés afin d'adapter le profil aux propriétés spécifiques du bouillon de cuisson de *Khliaa Ezir.*

Un panel de dégustation constitué de vingt (20) sujets naïfs et initiés à l'analyse sensorielle. Les membres sont des étudiants de fin de cycle de graduation de spécialité sciences alimentaires de l'université du 20 Aout Skikda, Les participants étaient en bonnes santés saines, non-fumeurs,

ne sans allergies ni intolérances alimentaires, et ont donné leur consentement pour participer à cette évaluation.

Les séances d'évaluation sensorielle ont été réalisées dans un laboratoire offrant un environnement calme, isolé des odeurs parasites et des nuisances sonores, entre 10h00 et 11h00 du matin, afin de limiter l'influence de facteurs physiologiques susceptibles. Les échantillons de bouillon de *Khliaa Ezir,* obtenus après 90 minutes de cuisson, ont été servis immédiatement à une température de dégustation de 45 ± 5 °C afin de maintenir l'homogénéité de la phase lipidique et d'éviter sa solidification. Les échantillons ont été présentés dans des récipients blancs identiques afin de limiter les biais visuels. De l'eau potable a également été mise à la disposition des dégustateurs pour le rinçage de la bouche entre deux dégustations successives *(Hutchison et al., 2011).*

Le bulletin d'analyse distribué au panel était accompagné d'une liste de définitions pour l'ensemble des attributs. Chaque descripteur a été évalué sur une échelle linéaire non structurée de 10 cm, allant de 0 (absence totale de perception) à 10 (intensité très forte) selon la méthode décrite par Gagaoua et al. **(***2013***).** Le dispositif expérimental utilisé pour la caractérisation sensorielle de bouillon *Khliaa Ezir* est illustré dans **(la figure 18)** et le bulletin d'analyses sensorielles du bouillon de *Khliaa Ezir* figure en annexe **III.**

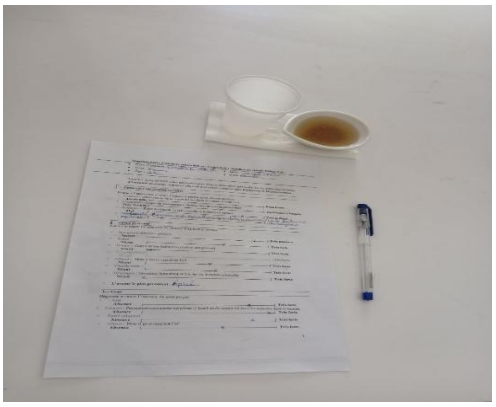


Fig. 18 : Evaluation de la qualité sensorielle de bouillon *Khliaa Ezir*

8. Caractérisation des habitudes de consommation et valorisation du bouillon de *Khliaa Ezir*

8.1. Réalisation de l'enquête

Une enquête de type transversale descriptive a été faite exclusivement en ligne à l'aide d'un formulaire numérique structuré via la plateforme Google Chrome Forms pour la population

algérienne âgée de 18 à 24 ans, ciblant un échantillon diversifié d'individus à travers différentes wilayas de la population algérienne. Durant la période du début mai à la fin juin 2026.

Le but de notre enquête transversale est de valoriser notre patrimoine culinaire algérien : *Khliaa Ezir* ; un produit carné traditionnel algérien et l'utilisation de son bouillon issu de sa la cuisson. Cette initiative vise principalement à collecter des informations tangibles afin de mieux comprendre les pratiques de consommation de ce co-produit. Cela faciliterait sa valorisation en tant que produit alimentaire et sa transition d'un simple sous-produit de cuisine vers une matière première d'intérêt industriel.

8.2 Questionnaire de l'enquête

Le questionnaire (**Annexe IV**) a été minutieusement élaboré en plusieurs sections pour couvrir tous les aspects en rapport avec ce coproduit traditionnel. Les différents axes de ce formulaire étaient les suivants :

- **Axe 1 : Caractérisation démographique de la population**

Cette partie comporte l'identification du profil des répondants (Sexe, Âge, Wilaya de résidence).

- **Axe 2 : Connaissance de Khliaa Ezir et de son bouillon**

Évaluation du niveau de connaissance de ce produit traditionnel et vérification si la population identifie le bouillon de cuisson comme une matière valorisable ou un simple résidu.

- **Axe 3 : Habitudes de consommation et pratiques culinaires**

Questions relatives à la fréquence de préparation, l'utilisation traditionnelle du bouillon dans les plats locaux, ainsi que ses caractéristiques sensorielles perçues (texture, goût, onctuosité).

- **Axe 4 : Potentiel de valorisation industrielle**

Évaluation de l'acceptabilité par les consommateurs de l'intégration de ce bouillon sous forme de produits dérivés (cubes de bouillon, fonds de sauce prêts à l'emploi, etc.) sur le marché national. Deux versions du questionnaire ont été élaborées (en arabe et en français) afin de faciliter sa compréhension, lever les obstacles linguistiques et assurer l'exactitude des réponses fournies par les participants répondants.

8.3. Population cible

Cette enquête a visé une audience vaste et diverse, incluant des individus de différentes tranches d'âge et provenant de plusieurs régions de l'Algérie, dans le but de dresser une cartographie géographique de ce savoir-faire.

8.4 Population enquêtée ou échantillon

L’échantillon est formé d’un nombre total de 44 participants ayant répondu de façon intégrale et exploitable. Il touche les zones du centre et de l’Est algérien.

8.5. Test du questionnaire et pré-enquête

Avant la publication finale du questionnaire, un test préliminaire a été mené sur un échantillon limité, y compris les membres de l'équipe de recherche. L'objectif de cette démarche était de garantir la clarté et la compréhension des questions, ainsi que leur adéquation. Elle a aussi facilité la surveillance de la bonne réalisation du questionnaire, Les observations collectées durant cette étape ont engendré quelques ajustements pour perfectionner le questionnaire avant sa diffusion définitive.

9. Analyse statistique

Toutes les résultats obtenus ont été analysées afin d'évaluer l'effet du temps de cuisson sur la composition biochimique et physico-chimique du bouillon de *Khliaa Ezir* a T30, T60 et T90 min à l'aide d'une analyse de variance à un facteur (ANOVA à un facteur), réalisée avec le logiciel OriginPro 2024 (OriginLab Corporation, Northampton, MA, États-Unis).Lorsque des différences significatives étaient observées, les comparaisons multiples des moyennes ont été effectuées à l'aide du test post hoc de Fisher (Least Significant Difference, LSD). Les résultats sont présentés sous forme de moyennes ± écart type.

Les réponses d'enquête réunies ont été directement regroupées, organisées à l'aide de la plateforme Google Forms. La plateforme numérique en question a utilisé ses outils d'analyse internes pour effectuer le traitement statistique descriptif (calcul de fréquences, pourcentages) et générer automatiquement des visuels (histogrammes).

RESULTATS
ET
DISCUSSION

1. Evolution de la composition biochimique du bouillon de *Khliaa Ezir* au cours de la cuisson

L'effet du temps de cuisson sur la composition biochimique du bouillon de *Khliaa Ezir* ont été démontrée dans le tableau 01. Les résultats sont représentés en moyenne et en écart type et exprimés en g/100 g de bouillon liquide.

Tableau 01 : Evolution de la composition biochimique du bouillon de *khliaa Ezir* au cours du temps de Cuisson (min).

	Temps de cuisson (min)			
	T30	**T60**	**T90**	**P value**
Matière sèche (%)	$2,05^{c} \pm 0,36$	$3,34^{b} \pm 0,44$	$4,12^{a} \pm 0,23$	0.001
Cendres (%)	$1.44^{c} \pm 0.00$	$2.11^{b} \pm 0.11$	$2.67^{c} \pm 0.07$	0.001
Protéines (%)	$0.39^{b} \pm 0.01$	$0.78^{a} \pm 0.10$	$0.90^{a} \pm 0.05$	0.008
Lipides (%)	$0.17^{a} \pm 0.05$	$0.12^{a} \pm 0.07$	$0,21^{a} \pm 0.06$	0.46
NaCl (%)	$1,15^{b} \pm 0,25$	$2,08^{a} \pm 0,21$	$2,52^{a} \pm 0,18$	0,02

Les résultats sont exprimés en moyenne ± écart type (n=5). Les lettres ($^{a-c}$) sur une même ligne indiquent des différences significatives selon le test de Fisher (LSD) ($P < 0.05$).

1.1 Effet du temps de cuisson sur la matière sèche :

La matière sèche est un indicateur clé de la qualité des bouillons, qui reflète sa teneur globale en composés nutritifs *(Guan et al., 2024).* L'évolution de la matière sèche au cours de la cuisson est présentée dans le tableau 01**.** Les résultats ont démontré un effet significatif du temps de cuisson sur la teneur en matière sèche du bouillon de *Khliaa Ezir* (p= 0,001), marqué par une augmentation progressive au cours du temps de 2,05 % à T30 min à 4,12 % à T90 min, soit une augmentation d'environ 100% des extraits solides à la fin de cuisson (T90). Les différences significatives observées entre les temps de cuisson (p = 0,001) montrent que la durée de cuisson constitue un facteur déterminant dans l'extraction des composés de la viande vers le bouillon. Cette augmentation significative se traduit par l'intensification des phénomènes de transfert de matière entre la viande et l'eau sous l'effet de la chaleur. Sous l'effet de la chaleur, la dénaturation des protéines musculaires et du tissu conjonctif modifie la structure des fibres musculaires et favorise l'extraction ainsi que la diffusion dans l'eau de cuisson de nombreux composés, notamment les protéines solubles, les peptides, les acides aminés libres, les minéraux, le glycogène, le collagène et d'autres substances extractibles, auxquels s'ajoute la libération

progressive de macromolécules insolubles au cours de la cuisson, contribuant ainsi à l'augmentation de la matière sèche du bouillon *(Lawrie et Ledward, 2006 ; Li et al., 2020).* De plus, les traitements thermiques prolongés favorisent l'hydrolyse du collagène en gélatine et la solubilisation des protéines du tissu conjonctif, contribuant à l'augmentation de la matière sèche du bouillon *(Tornberg, 2005).* Des observations similaires ont été rapportées pour les bouillons et extraits de viande, où l'allongement du temps de cuisson favorise l'augmentation de l'extrait sec en raison de la solubilisation progressive des constituants musculaires et minéraux *(Pearson et Gillett, 1996 ; Lawrie et Ledward, 2006 ; Li et al., 2020)*. Les teneurs obtenues dans cette étude sont supérieurs à ceux rapporte par *Li et al. (2020)* qui ont rapporté environ 1 % de solides totaux dans une soupe de bœuf après 240 min de cuisson.

1.2. Effet du temps de cuisson sur la teneur en cendres :

La teneur en cendres correspond à la fraction minérale totale du bouillon, c'est-à-dire à l'ensemble des résidus inorganiques non volatils obtenus après incinération de la matière organique. Elle représente principalement les sels minéraux dissous dans le bouillon, notamment le sodium, le potassium, le phosphore, le magnésium, le calcium, le fer et le zinc *(AOAC, 2019 ; Nielsen, 2017).* L'évolution de la teneur en cendres du bouillon de *Khliaa Ezir* est présentée dans le tableau 1. Le temps de cuisson a affecté significativement la teneur en cendres (p= 0,001). Une augmentation progressive a été observée, passant de 1,44 % à T30 min à 2,67 % à T90 min. L'augmentation de la teneur en cendres avec le temps de cuisson traduit une intensification des transferts de matière entre la viande et le milieu aqueux. Sous l'effet du chauffage, la dénaturation des protéines, la rupture des membranes cellulaires et la désorganisation progressive des fibres musculaires favorisent la diffusion des minéraux intracellulaires, en particulier le potassium, le phosphore, le sodium et le magnésium, vers le bouillon. Cette migration des éléments minéraux se poursuit tout au long de la cuisson, augmentant progressivement la charge minérale de la phase liquide *(Tornberg, 2005 ; Domínguez et al., 2019***).** Cette augmentation est également attribuée à la dissolution progressive du chlorure de sodium utilisé lors du salage traditionnel de la viande. Le NaCl, très soluble dans l'eau, diffuse continuellement dans le bouillon au cours du chauffage, enrichissant le milieu en ions sodium et chlorure (*Desmond, 2006 ; Toldrá, 2021***)**. Cette contribution est probablement importante puisque le salage constitue une étape essentielle de la préparation de *Khliaa Ezir*. Par ailleurs, la cuisson prolongée provoque une évaporation continue de l'eau libre, réduisant progressivement le volume du bouillon. Les composés minéraux étant thermostables et non volatils, ils demeurent dans la phase liquide. La diminution du volume d'eau entraîne

ainsi une concentration progressive des minéraux dissous, qui s'ajoute à leur extraction continue depuis les tissus musculaires et contribue à l'augmentation significative de la teneur en cendres observée après 90 min de cuisson **(***Fellows, 2017 ; Domínguez et al., 2019).*

1.3. Effet du temps de cuisson sur la teneur en protéines :

La teneur en protéines du bouillon au cours de la cuisson a augmenté significativement avec le temps de cuisson (p = 0,008) (Tableau 1), passant progressivement de 0,39 % à T30 à 0,90 % à T90. Cette évolution met en évidence le rôle déterminant de la durée de cuisson dans l'extraction des composés azotés vers la phase aqueuse. L'augmentation progressive de la fraction protéique s'explique par la dénaturation thermique des protéines musculaires et des protéines du tissu conjonctif, favorisant leur solubilisation et leur diffusion dans le bouillon sous forme de protéines solubles, de peptides et d'acides aminés **(***Lawrie et Ledward, 2006 ; Tornberg, 2005 ; Khalid et al., 2023).*

Par ailleurs, l'hydrolyse progressive du collagène en gélatine contribue également à l'enrichissement protéique du bouillon, particulièrement lors des temps de cuisson prolongés, en raison de la solubilisation des protéines du tissu conjonctif dans la phase aqueuse *(Bailey et Light, 1989 ; Tornberg, 2005 ; Khalid et al., 2023).*

En outre, la poursuite de la cuisson favorise une hydrolyse plus poussée des protéines, entraînant la formation d'une plus grande quantité de peptides et d'acides aminés libres. Les conditions de cuisson, notamment la durée et la température, influencent l'ampleur de cette hydrolyse, les traitements thermiques prolongés étant associés à une augmentation de la teneur en peptides dans les bouillons *(Yang et al., 2023).* Ces résultats sont en accord avec ceux de Li et al. *(2020),* qui ont rapporté une augmentation progressive de la teneur en protéines d'une soupe de bœuf au cours de la cuisson, attribuée à la solubilisation des protéines musculaires et du collagène. De même, Yang et al. *(2023)* ont montré que l'allongement du temps de cuisson favorise la libération des protéines solubles, des peptides et des acides aminés dans les bouillons de viande. Les teneurs en protéines obtenues dans la présente étude sont toutefois plus élevées, ce qui pourrait s'expliquer par la composition particulière de la *Khliaa Ezir*, notamment sa richesse en tissu conjonctif ainsi que par l'effet du salage traditionnel, susceptible de favoriser l'extraction des protéines vers le milieu de cuisson.

1.4. Effet du temps de cuisson sur la teneur en matière grasse :

Les teneurs en lipides au cours de la cuisson de *Khliaa Ezir* est présentée dans le tableau 1**.** Le temps de cuisson n'a démontré aucun effet significatif sur la teneur en lipides du bouillon de *Khliaa Ezir* aux différents stades de cuisson (T30 ; T60 ; T90) (p = 0,46). Bien que des fluctuations numériques aient été observées, avec une diminution à T60 suivie d'une augmentation à T90, les teneurs en lipides sont restées faibles, variant de 0,12 % à 0,21 %, la valeur la plus élevée étant enregistrée à T90. Cette légère augmentation pourrait être attribuée à la fusion des matières grasses et à leur diffusion accrue dans le bouillon à des températures élevées, comme rapporté par Cambero et al. *(2000).* À l'inverse, la diminution observée à T60 pourrait résulter de phénomènes d'oxydation des lipides lors du chauffage prolongé, conformément aux observations de Guan et al**.** *(2024)* dans des soupes de squelette de poulet.

La teneur faible en lipides indique que la durée de cuisson n'a pas d'effet notable sur la libération des matières grasses dans la phase aqueuse du bouillon. Ainsi, ils ont tendance à migrer vers la surface du bouillon sous forme de phase surnageante, ce qui limite leur présence dans la phase liquide analysée. Ces résultats sont cohérents avec les travaux récents montrant que la composition lipidique des muscles comme le semi-membrane reste globalement stable après cuisson domestique, avec une faible migration des lipides vers la phase aqueuse en raison de leur nature hydrophobe et de la structure du tissu musculaire *(Jensen et al., 2014 ; Tkacz et al., 2022 ; Xu et al., 2023).*

Les teneurs en lipides obtenues dans la présente étude (0,12–0,21 %) sont inférieures à celles rapportées par Guan et al. *(2024)* dans une soupe de squelette de poulet, où la teneur en lipides a augmenté progressivement avec la durée de cuisson en raison de la migration des lipides des tissus vers le bouillon et de la formation d'une émulsion huile-dans-eau. De même**,** Zhang et al. *(2022)* ont observé des teneurs en lipides plus élevées dans une soupe de poulet, attribuées à une extraction plus importante des matières grasses au cours de la cuisson. Les faibles teneurs observées dans le bouillon de *Khliaa Ezir* peuvent s'expliquer par la faible solubilité des lipides dans l'eau et par leur tendance à migrer vers la surface sous forme d'une couche grasse, limitant ainsi leur présence dans la phase aqueuse analysée.

1.5. Effet du temps de cuisson sur de la teneur en chlorures de sodium (NaCl)

La teneur en chlorure de sodium (NaCl) du bouillon de *Khliaa Ezir* à différents stades de la cuisson est présentée au tableau 1. Les résultats montrent une augmentation significative (p = 0,02) de la teneur en chlorure de sodium (NaCl) du bouillon de *Khliaa Ezir* au cours de la

cuisson, passant de 1,15 % à T30 à 2,08 % à T60, puis à 2,52 % à T90. Par contre, aucune différence significative n'a été observée entre T60 et T90 ($p > 0,05$). Cette évolution indique que le temps de cuisson favorise le transfert progressif du sel de la viande vers le milieu aqueux. Au cours de la préparation du *Khliaa Ezir*, le sel est incorporé à la viande lors des étapes de salage et d'assaisonnement. Lors de la cuisson dans l'eau, un phénomène de diffusion s'établit entre la viande, riche en sel, et le bouillon, initialement moins concentré. Sous l'effet de la chaleur, les échanges entre les tissus musculaires et le milieu de cuisson sont intensifiés, ce qui favorise la migration des ions sodium et chlorure vers le bouillon. Cette diffusion se poursuit avec l'allongement du temps de cuisson, expliquant les teneurs plus élevées observées à T60 et T90 **(***Lawrie & Ledward, 2006 ; Muriel & Ventanas, 2004)***.** Par ailleurs, la chaleur provoque une modification de la structure des fibres musculaires et une augmentation de leur perméabilité, facilitant davantage la libération des composés minéraux dissous. Ce phénomène est souvent associé à la dénaturation des protéines musculaires, qui réduit leur capacité de rétention et favorise les échanges avec le milieu extérieur *(Tornberg, 2005 ; Lawrie & Ledward, 2006).* L'augmentation de la teneur en NaCl peut également être attribuée à la diminution progressive du volume d'eau par évaporation pendant la cuisson. Cette perte d'eau entraîne une concentration des substances dissoutes dans le bouillon, notamment du sel, ce qui contribue à l'augmentation des valeurs mesurées au cours du temps *(Tornberg, 2005).* Ces résultats sont cohérents avec les travaux de *Lawrie et Ledward (2006)*, qui indiquent que les traitements thermiques favorisent la diffusion des composés minéraux et hydrosolubles des tissus musculaires vers le milieu de cuisson. De même, *Muriel et Ventanas (2004)* ont montré que le sel est capable de migrer dans les produits carnés et leurs milieux environnants sous l'effet des phénomènes de diffusion et des gradients de concentration. Ainsi, l'augmentation de la teneur en NaCl observée dans le bouillon traduit une extraction progressive du sel contenu dans la viande et une concentration accrue du milieu de cuisson au cours du traitement thermique *(Lawrie & Ledward, 2006 ; Muriel & Ventanas, 2004).*

2. Evolution des caractéristiques physico-chimique et technologiques du bouillon de Khliaa *Ezir* au cours de la cuisson

L'effet du temps de cuisson sur les caractéristiques physico-chimique du bouillon de *Khliaa Ezir* ont été démontrée dans les figures 19 et 20. Les résultats sont représentés en histogrammes et courbes et sont exprimées en moyenne et en écart type.

2.1. Effet du temps de cuisson sur de pH et acidité

Le pH et l'acidité titrable sont des paramètres essentiels pour évaluer les modifications physicochimiques des bouillons de viande au cours de la cuisson. Ces paramètres influencent non seulement la stabilité chimique du milieu, mais également les caractéristiques sensorielles du bouillon, notamment sa saveur et son intensité gustative *(Pippen et al., 1965).* Le suivi de ces paramètres constitue un indicateur pertinent de l'évolution de la qualité physicochimique et sensorielle du bouillon *(Lee et al., 2022).*

L'évolution du pH et de l'acidité titrable du bouillon de *Khliaa Ezir* au cours de la cuisson est présentée dans la figure 19.a. Le temps de cuisson a significativement affecté ces deux paramètres, avec une diminution du pH de 6,55 ± 0,08 à 5,61 ± 0,11 entre T30 et T90 min (P = 0,003), accompagnée d'une augmentation de l'acidité titrable de 0,116 % à 0,342 % (P = 0,002). Cette relation inverse traduit une acidification progressive du milieu, attribuée à l'extraction et à la concentration de composés acides hydrosolubles issus de la matrice carnée lors du chauffage *(Jia et al., 2024).* Les composés acides présents dans la viande sont probablement principalement de l'acide lactique formé par la glycolyse, ainsi que de l'acide glycolique et des acides succiniques ; d'autres acides du cycle de Krebs pourraient être présents en quantités négligeables *(Dewi et al., 2023).*

Ce résultat est en désaccord avec les observations de *Chi et Chen (1993),* qui ont rapporté une relative stabilité du pH dans le bouillon de poulet au cours du traitement thermique, suggérant que le pH du bouillon dépend principalement de la nature des matières premières et n'est pas significativement affecté par la durée de cuisson.

Cette évolution du pH est susceptible d'influencer les propriétés sensorielles et la stabilité du produit. Un pH plus acide est associé à une saveur plus intense des bouillons de viande *(Pippen et al., 1965)***,** tandis qu'un pH plus alcalin favorise l'oxydation lipidique au cours du stockage réfrigéré, avec apparition de notes aromatiques indésirables **(***Pakaweerachat et Chysirichote, 2024).*

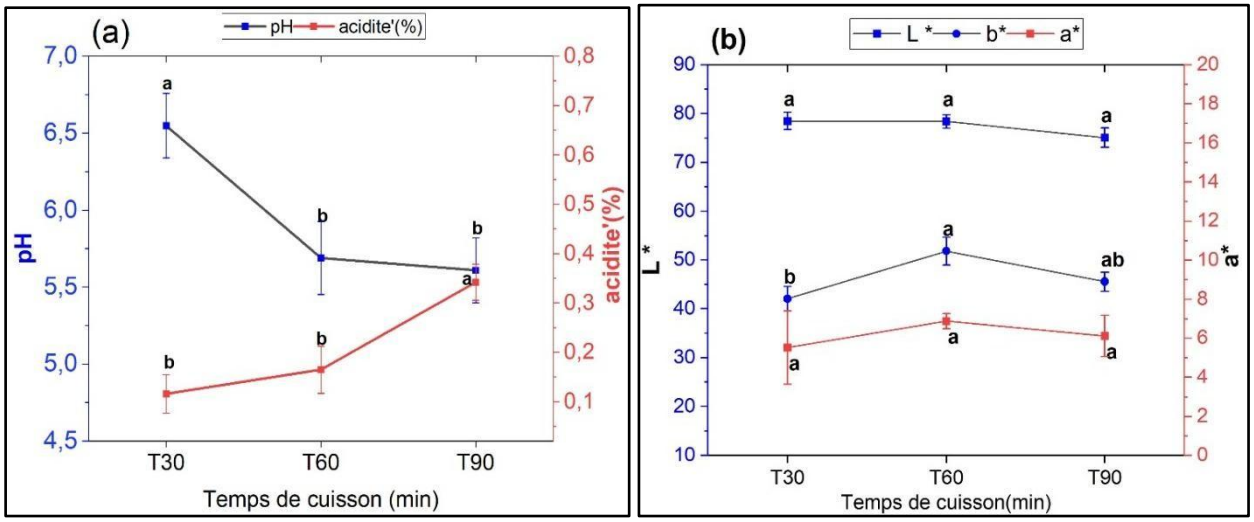


Fig. 19 : évolution des paramètres technologique et physicochimiques au cours du temps de cuisson du bouillon de *Khliaa Ezir* **a**) pH et de l'acidité titrable en (%) **b**) couleur du bouillon (L*, a* et b*). Les résultats sont exprimés en moyenne ± écart type (n=5). Les lettres ($^{a-c}$) indiquent des différences significatives selon le test de Fisher (LSD) ($p < 0.05$). L*(Luminosité), a*(variation entre le rouge et le vert), b*(variation entre le bleu et le jaune).

2.2. Effet du temps de cuisson sur la couleur

La couleur constitue l'un des principaux attributs de qualité des bouillons de viande, influençant directement leur acceptabilité par le consommateur. Elle résulte des modifications des pigments musculaires et des réactions physicochimiques induites par le traitement thermique *(Barbera et al.,2016)***.**

La figure 19.b présente l'évolution des paramètres colorimétriques L* (luminosité,), a*(l'intensité de la teinte rouge) et b* (l'intensité de la teinte jaune) du bouillon de *Khliaa Ezir* en fonction du temps de cuisson. Les résultats montrent que les valeurs de luminosité étaient supérieures à celles des paramètres a* et b*, ce qui explique la clarté du bouillon. Les valeurs de L* n'ont pas été significativement affectées par le temps de cuisson ($p > 0,05$), variant de 78,50 ± 1,78 à 75,08 ± 1,97. De même, les valeurs de a* ont fluctué entre 5,53 ± 1,87 et 6,88 ± 0,39 sans différence significative. Ces résultats indiquent que la durée de cuisson n'a pas influencé de manière notable la luminosité ni l'intensité de la coloration rouge du bouillon. Cette stabilité de la luminosité et de l'indice de rouge s'explique par l'utilisation d'une viande bovine maigre et par la filtration préalable du bouillon. L'absence de matières grasses empêche les phénomènes d'émulsion qui opacifient habituellement les bouillons carnés, maintenant ainsi une clarté élevée qui est en désaccord avec de ceux rapportés par Guan et al., *(2024)* pour un

bouillon de carcasses de poulet, due à la différence des matières premières utilisées. De plus, la dénaturation thermique complète de la myoglobine responsable de la couleur rouge des viandes est sensible à la chaleur (*Suman et al., 2016),* ce qui explique la stabilisation de la coloration rouge avant la phase de suivi (T30).

En revanche, le paramètre b*(l'intensité de la teinte jaune) a été significativement influencé par le temps de cuisson ($p < 0.05$) Les valeurs ont augmenté de 42,13 ± 2,51 à 51,85 ± 2,90 après T60 min de cuisson avant de diminuer légèrement à 45,60 ± 1,98 à T90 min. Cette augmentation s'explique par une intensification des teintes jaunes du bouillon. Selon l'étude de Wang et al. (*2025*), les changements de couleur observés lors de la cuisson sont étroitement liés à la dénaturation des protéines, à l'oxydation des lipides ainsi qu'à la formation de composés issus des réactions de Maillard, lesquels contribuent fortement au développement des pigments jaunes et bruns dans les produits carnés soumis à un chauffage prolongé.

2.3. Effet du temps de cuisson sur la densité

La densité constitue un paramètre physicochimique important des bouillons de viande, car elle reflète la quantité totale de matières dissoutes présentes dans la phase aqueuse. Elle est définie comme la masse d'un produit par unité de volume et dépend directement de sa composition en substances solubles telles que les protéines, les sels minéraux, les sucres et autres composés extractibles issus de la viande **(***FAO/INFOODS, 2012).* La figure **20.c** présente l'évolution de la densité du bouillon de *Khliaa Ezir* en fonction du temps de cuisson. Les résultats montrent que la densité a augmenté significativement ($p < 0,05$) avec la prolongation de la cuisson, passant de 1,008 ± 0,004 à T30 à 1,020 ± 0,003 à T60, puis à 1,023 ± 0,006 à T90. Cette augmentation de la densité se traduit par une concentration progressive du bouillon au cours de la cuisson, résultant à la fois de l'accumulation de matières solubles extraites de la viande et de l'évaporation partielle de l'eau. Cette interprétation est cohérente avec l'augmentation concomitante de la matière sèche, des protéines et de la teneur en NaCl observée dans la présente étude.

Les valeurs obtenues dans cette étude (1,008 à 1,023) demeurent dans l'intervalle rapporté dans la littérature pour les soupes et bouillons alimentaires, généralement compris entre 1,00 et 1,05 g/mL **(***Charrondiere et al., 2012).* Cependant, nos résultats restent légèrement inférieurs à la valeur de 1,04 g/mL rapportée pour une soupe de viande classique. Cette différence peut s'expliquer par la variabilité inhérente à la matière première utilisée,

notamment sa composition initiale en lipides, protéines et eau, qui influence directement la quantité de composés solubles libérés dans le bouillon lors de la cuisson.

De même, de nombreuses études confirment ces amplitudes de valeurs. C'est le cas des travaux de *Dewi et al. (2023)* qui ont rapporté des densités de bouillons de viande (bœuf, agneau, chèvre) s'étendant de 1,0028 g/mL à 1,0066 g/mL , et des densités de bouillons d'os oscillant autour de 0,9984 à 1,0027\g/mL. Les auteurs soulignent que ces propriétés physiques (densité, pH, viscosité) dépendent intrinsèquement de la nature des tissus (viande ou os) et de la solubilisation des protéines et minéraux au cours du traitement thermique, sans pour autant montrer de variations majeures d'une espèce d'animal à l'autre.

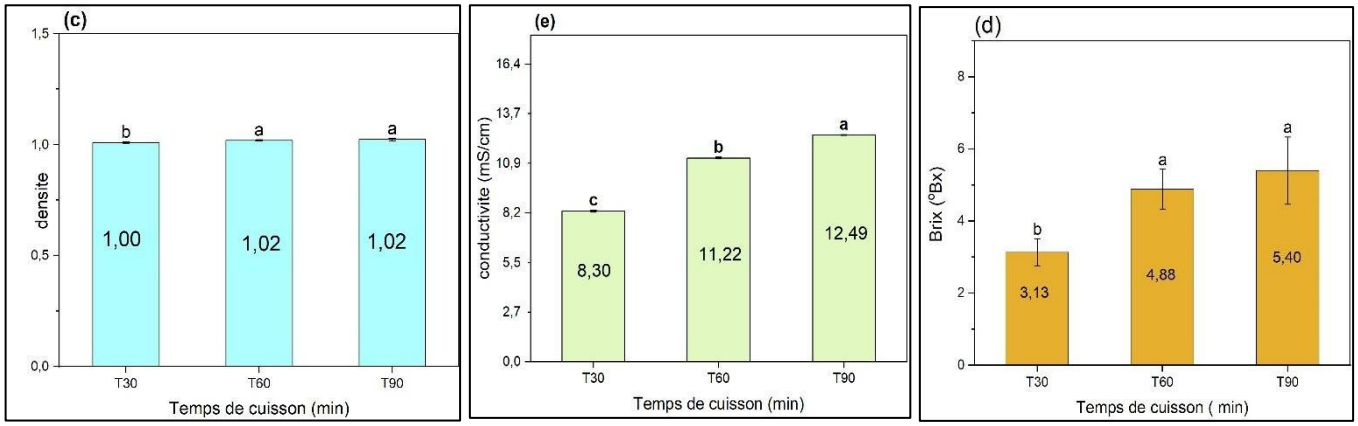


Fig. 20 : Évolution des caractéristiques physicochimiques du bouillon de *Khliaa Ezir* au cours de temps de cuisson (min).**c)** densité **d)** degré Brix **e**) conductivité électrique Les résultats sont exprimés en moyenne ± écart type (n=5). Les lettres ($^{a-c}$) indiquent des différences significatives selon le test de Fisher (LSD) ($P < 0.05$). **°Bx :** (Degré Brix)**, ms/cm :** (millisiemens par centimètre).

2.4. Effet du temps de cuisson sur degré Brix

Le degré Brix (°Bx) est un paramètre physicochimique qui estime la concentration totale des matières solubles dissoutes dans un liquide. Bien qu'il soit principalement associé à la détermination des sucres solubles, il reflète également la présence d'autres composés dissous tels que les protéines, les peptides, les acides aminés, les sels minéraux et divers constituants hydrosolubles *(Figura et Teixeira, 2007 ; Mettler Toledo, 2024)*. Il constitue ainsi un indicateur pertinent de l'enrichissement du milieu en substances solubles au cours de la cuisson *(Faisal et al., 2025)*.

L'évolution du degré Brix du bouillon de *Khliaa Ezir* en fonction du temps de cuisson est démontrée dans la figure x. d. Les résultats montrent une augmentation significative ($p = 0,01$) du degré Brix au cours de la cuisson, passant de 3,13 °Bx à T30 min à 5,40 °Bx à T90 min. Les valeurs observées à T60 et T90 min étaient significativement supérieures à celle mesurée à T30 min, sans différence significative entre ces deux temps. Ces résultats indiquent une accumulation progressive de matières solubles issus de la viande dans le bouillon au cours de la cuisson. En effet, l'allongement du temps de cuisson favorise la diffusion vers le bouillon de nombreuses substances extractibles, notamment les protéines solubles, les peptides, les acides aminés, les sels minéraux et d'autres composés de faible poids moléculaire. L'accumulation de ces constituants augmente l'indice de réfraction du milieu, ce qui se traduit par une élévation du degré Brix **(***Figura & Teixeira, 2007).* Des observations similaires ont été rapportées par *Ziaur-Rehman et al. (2003),* qui ont montré que la prolongation du temps de cuisson favorise l'extraction des constituants nutritifs dans les bouillons de cuisson et entraîne une augmentation de la concentration des substances dissoutes.

2.5. Effet du temps de cuisson sur la conductivité

La conductivité électrique est un paramètre physicochimique qui caractérise la capacité d'un milieu à conduire le courant électrique en fonction de la concentration des ions dissous ainsi que de la composition physicochimique du produit, notamment sa teneur en eau, en matières grasses et en substances solubles *(Marcotte et al., 2008 ; Zell et al., 2009).* La figure **20.e** illustre l'évolution de la conductivité électrique du bouillon de *Khliaa Ezir* en fonction du temps de cuisson. Les résultats révèlent un effet significatif du temps de cuisson sur la conductivité électrique du bouillon ($p = 0,0001$), avec une augmentation progressive de 8,3 mS/cm à T30 min à 12,49 mS/cm à T90 min. Des différences significatives ont été observées entre les différents temps de cuisson.

Selon Bozkurt et Icier *(2010)***,** la conductivité électrique des systèmes carnés est fortement influencée par leur composition, notamment leur teneur en eau et en matières grasses. Les tissus maigres, plus riches en eau et en composés ioniques, présentent généralement des valeurs de conductivité plus élevées que les tissus riches en graisse, en raison du caractère peu conducteur de la phase lipidique. L'augmentation de la conductivité électrique observée au cours de la cuisson de *Khliaa Ezir* suggère un enrichissement progressif du milieu en espèces ioniques dissoutes. En effet, les tissus musculaires contiennent naturellement des électrolytes tels que le sodium, le potassium, le calcium, le magnésium et les phosphates qui peuvent être

transférés vers le milieu aqueux au cours de la cuisson. La présence de ces éléments minéraux dans les bouillons de viande a été rapportée par *Busari et al. (2019),* qui ont mis en évidence des teneurs appréciables en minéraux dans les extraits aqueux de tissus animaux. Cette augmentation pourrait également attribuée de la diffusion du chlorure de sodium incorporé lors de l'étape de marinage de la viande. Ces résultats corroborent les observations de Jia et al. (*2024),* qui ont montré que l'allongement du temps de mijotage accroît la concentration des substances dissoutes dans les bouillons de viande. Cette observation est en accord aussi avec les travaux de Yudhana et al. **(***2022***)**, qui ont rapporté une conductivité électrique élevée dans des bouillons de viande (21,98 mS/cm pour un bouillon de boulettes et 16,92 mS/cm pour un soto de poulet), en lien avec l'augmentation des solides dissous totaux. La conductivité maximale obtenue dans notre étude à T90 min (12,49 mS/cm), bien qu'inférieure à ces valeurs, traduit une extraction efficace des électrolytes, probablement influencée par les conditions de préparation et le rapport eau/viande du bouillon de *Khliaa Ezir.*

2.6. Effet du temps de cuisson sur l'indice de stabilité

L'indice de stabilité est un paramètre essentiel pour évaluer les modifications physiques des bouillons de viande au cours du stockage. Ce paramètre influence non seulement la limpidité du milieu, mais également les caractéristiques de conservation du bouillon, notamment son homogénéité et sa résistance à la sédimentation des particules de viande finement dissoutes *(Labuza, 1982)*. La figure **21** illustre l'évolution de l'indice de stabilité (SI) du bouillon de *Khliaa Ezir* au cours de 14 jours de stockage réfrigéré a 4°C. les résultats montrent un effet significatif ($p < 0.05$) du temps de stockage sur l'Indice de stabilité. Ce dernier est caractérisé par une diminution progressive, passant de 100,00 % au jour initial (T_0) à 96,56 % après 14 jours de conservation (T_{14}). Néanmoins, les valeurs de l'IS sont demeurées très élevées durant toute la période de suivi (supérieures à 96 %), ce qui indique une excellente stabilité physique globale du bouillon et une faible tendance à la sédimentation (*McClements, 2015*).

Les observations visuelles corroborent ces résultats. Le bouillon fraîchement préparé présentait une couleur brune homogène et une apparence uniforme. Après 7 et 14 jours de stockage, une clarification progressive de la phase liquide ainsi que la formation de dépôts au fond des tubes ont été observées (**Figure 21**), traduisant une sédimentation graduelle des particules en suspension. Cette évolution pourrait être attribuée à la réorganisation progressive des constituants du bouillon au cours du stockage. Les interactions entre les protéines solubles, les lipides et les autres composés dispersés deviennent progressivement moins efficaces pour

maintenir la stabilité du système. La déstabilisation partielle de ce réseau favorise alors l'agrégation et la sédimentation des particules, ce qui se traduit par une diminution de l'indice de stabilité **(***Belitz et al., 2009 ; Fellows, 2017***).** Des observations similaires ont été rapportées dans des bouillons de poulet, en évidence que les bouillons soumis à des temps de cuisson prolongés (150 et 180 min) maintenaient leur uniformité et leur stabilité tout au long de 21 jours de stockage, un phénomène expliqué par une réduction de la taille des particules favorisant l'effet d'émulsification du système **(***Guan et al., 2024***).**

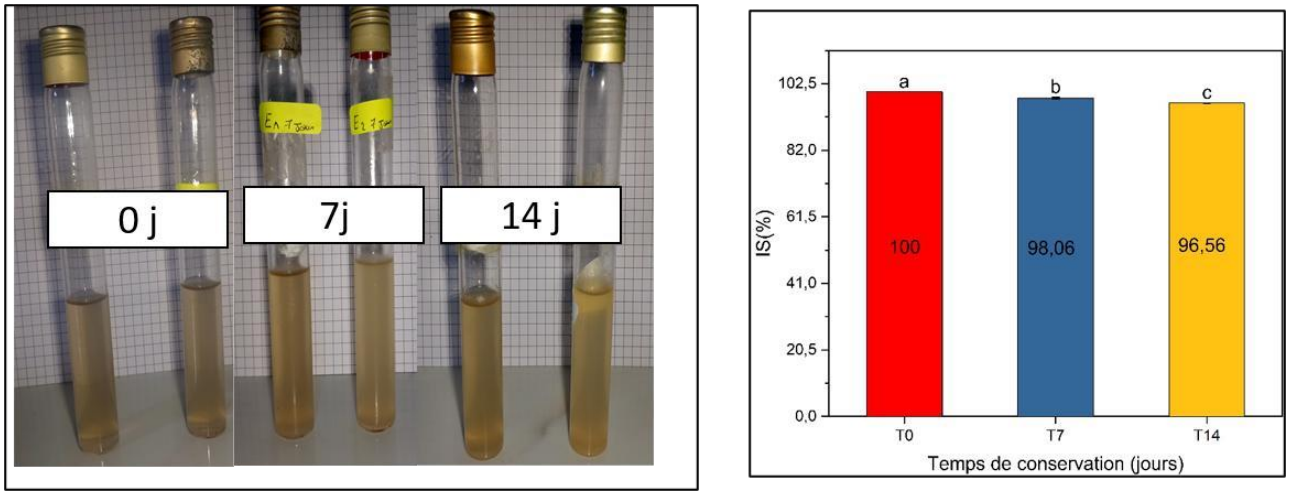


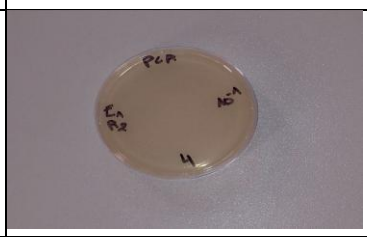
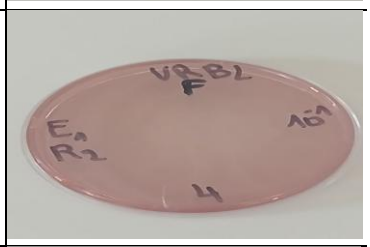
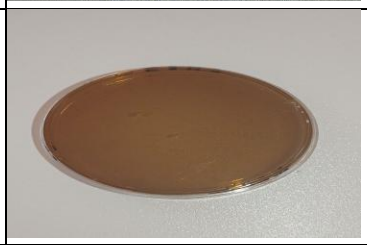
Fig. 21 : indice de stabilité du bouillon de *Khliaa Ezir* pendant le stockage réfrigéré (T0, T7et T14).

3. Caractérisation microbiologique du bouillon de *Khliaa Ezir* a la fin de cuisson

Les résultats de la qualité microbiologique du bouillon de *Khliaa Ezir*, prélevé après 90 min de cuisson et soumis à une série d'analyses microbiologiques afin d'évaluer sa stabilité et son innocuité sanitaire, sont présentés dans le tableau 02. Les analyses microbiologiques du bouillon de *Khliaa Ezir* ont révélé une qualité microbiologique satisfaisante, caractérisée par l'absence de flore aérobie mésophile totale, de coliformes, de Salmonella spp., de *Staphylococcus aureus* et de *Clostridium sulfito-réducteurs*. Ces résultats témoignent d'une bonne qualité sanitaire des matières premières ainsi que du respect des bonnes pratiques d'hygiène tout au long du procédé de fabrication (*Pearson, 2003 ; Boudechicha, 2014)***.** L'absence de microorganismes indicateurs et pathogènes peut être attribuée à l'efficacité du traitement thermique appliqué (80°C pendant 90 min), capable d'éliminer la majorité des formes végétatives microbiennes (*ICMSF, 1996 ; Silva et Gibbs, 2012 ; Veisseyre, 1979).* Cette stabilité microbiologique pourrait également être renforcée par l'effet combiné du sel et des épices utilisés lors de la marinade, qui exercent une action inhibitrice sur la croissance

microbienne **(***Burt, 2004 ; Bader, 2020 ; Leistner, 2000).* Ces observations sont cohérentes avec les travaux de Pearson *(2003*), selon lesquels les traitements thermiques prolongés appliqués aux extraits et bouillons de viande permettent d'obtenir des produits microbiologiquement stables et sûrs.

Tableau 02 : Caractéristiques microbiologiques du bouillon de *Khliaa Ezir a* T_{90min}.

Germes recherchés	Log UFC/ml (± écart type)	Résultats des analyses microbiologiques
Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT)	0 UFC/ml	
Coliformes totaux	Absence	
Coliformes fécaux	Absence	
Staphylococcus aureus	Absence	
Salmonella	Absence	
Clostridium Sulfito-réducteurs	Absence	

4.Profil sensoriel du bouillon de *Khliaa Ezir*

La Figure **22** présente le profil sensoriel du bouillon de *Khliaa Ezir* obtenu à 90 min de cuisson. Afin d'évaluer l'aptitude de ce co-produit à une future valorisation, ses différents attributs organoleptiques ainsi que son acceptabilité globale ont été examinés. Les résultats révèlent que le bouillon a bénéficié d'une excellente acceptation auprès du panel, avec un score hédonique élevé de 8.7/10. Les descripteurs ayant reçu les notations les plus fortes sont le goût salé, la saveur umami, ainsi que les notes alliacées et épicées. Ces caractéristiques majeures semblent avoir contribué positivement et de manière synergique à l'appréciation générale du produit.

Concernant les attributs aromatiques, le bouillon se caractérise par une intensité olfactive globale prononcée (score de 7/10), accompagnée d'une odeur épicée bien perceptible (6.2/10). En revanche, l'odeur alliacée perçue par voie orthonasale reste plus discrète (4.2/10). Cette complexité volatile s'explique par la formation de composés aromatiques induits par la réaction de Maillard et l'oxydation des lipides au cours du mijotage prolongé, ainsi que par l'extraction des huiles essentielles issues des épices de formulation *(Mottram, 1998 ; Shahidi, 1998).* À l'inverse, l'attribut rance est quasi-nul (score <0.5/10), ce qui confirme l'absence de défauts sensoriels liés à l'oxydation avancée des matières grasses (*Gandemer, 2002).*

Sur le plan gustatif, les dégustateurs ont attribué une intensité gustative globale du bouillon de (7.0/10). Les scores les plus élevés au goût salé (8.6/10) et à la saveur umami montre également une valeur remarquable avec un score de 6.0/10, s'imposant comme un pilier fondamental du profil sapide du produit. Ce goût umami caractéristique résulte de la libération et de la concentration progressive de composés sapides endogènes, tels que les acides aminés libres (notamment le glutamate) et les 5'-nucléotides, au cours de la cuisson *(Yamaguchi et Ninomiya, 2000)***.** La présence d'acides aminés libres, notamment le glutamate, contribue également au goût umami caractéristique des bouillons de viande *(Lawrie et Ledward, 2006).* Les notes typiques alliacées (4.8/10) et épicées/piquantes (5/10) complètent harmonieusement ce profil sapide. À l'opposé, les saveurs réellement indésirables telles que l'acidité (1.5/10) et le goût métallique (2.8/10) présentent des intensités négligeables, ce qui a largement favorisé la palatabilité et l'équilibre du milieu.

Pour les caractéristiques texturales et visuelles, la couleur (4,2/10), la limpidité (4.2/10), la brillance (5,2/10) et la viscosité (3.5/10) ont obtenu des scores intermédiaires, traduisant un aspect visuel homogène et une texture fluide. Le caractère gras en bouche reste modéré (3/10) tandis que la granulosité est jugée très faible (1,2/10), confirmant que le processus de filtration

et la structure colloïdale du bouillon offrent une texture agréable en bouche. En conclusion, l'acceptation globale du bouillon est intrinsèquement liée à la combinaison d'une bonne intensité aromatique, d'un goût salé prononcé, d'une présence marquée de la saveur umami (score de 7.3), et surtout de l'absence de défauts sensoriels majeurs.

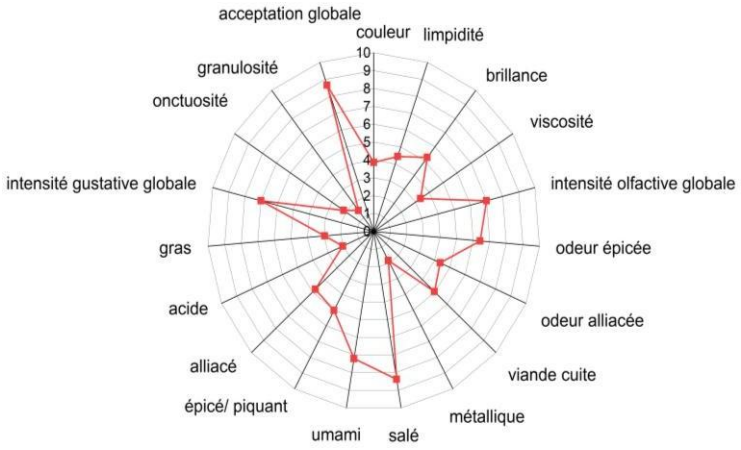


Fig.22 : Profil sensoriel de bouillon de *Khliaa Ezir* après 90 min de cuisson.

4. Composition moyenne du bouillon de *Khliaa Ezir* a la fin de la cuisson

A la fin de la cuisson ($T90_{min}$), l'évaporation progressive de l'eau, associée à l'extraction des composés hydrosolubles de la viande, entraîne une concentration de plusieurs constituants nutritionnels dans le bouillon. La teneur en matière sèche (4,12 %) traduit ainsi le transfert de substances solubles vers la phase liquide, notamment les protéines, les sels minéraux et le chlorure de sodium. La forte teneur en cendres (2,67 %), principalement attribuée au NaCl (2,52 %), reflète la richesse minérale du bouillon et contribue à ses propriétés gustatives. La présence de protéines (0,90 %) confirme l'extraction de composés d'intérêt nutritionnel, tandis que la faible teneur en lipides (0,21 %) se traduit par une faible valeur énergétique (6,85 kcal/100 g), comparable à celle des bouillons de viande traditionnels, généralement pauvres en matières *grasses (Pearson, 2003 ; Cambero et al., 2000 ; Wang et al., 2020)***.** En revanche, les teneurs élevées en minéraux et en NaCl sont supérieures à celles des bouillons de viande classiques, en raison du procédé de fabrication du *Khliaa Ezir*, qui repose sur un salage préalable de la viande. Ainsi, le bouillon de *Khliaa Ezir* constitue une source intéressante de composés protéiques solubles et de minéraux, présentant un potentiel de valorisation alimentaire. Toutefois, sa forte teneur en sel peut limiter sa consommation directe à l'état brut, tout en justifiant son utilisation comme base d'assaisonnement ou exhausteur de goût dans diverses préparations culinaires

(*McGee, 2004 ; USDA, 2019).*

Tableau 3 : Composition biochimique moyenne et valeur énergétique du bouillon de *Khliaa Ezir* à la fin de la cuisson (T 90_{min}) exprimées par rapport à la matière humide (g/100 g).

Composition moyenne de bouillon viande de *khliaa Ezir* a la fin du cuisson	
Matière sèche %	4.12 ± 0.23
Cendres %	2.67± 0.07
Protéines %	0.90 ± 0.05
Lipides %	0.21 ± 0.06
NaCl %	2.52 ± 0.18
Glucides %	0.34± 0.25
Energie totale (kcal)	6 ,85 kcal

5. Essai Préliminaire de Valorisation et Transformation du Bouillon à la Fin de Cuisson

6.1. Rendement de séchage

Le rendement de déshydratation du bouillon a été de 3,11 %, correspondant à l'obtention de 3,2 g de poudre à partir de 103 g de bouillon. Ce faible rendement s'explique principalement par la forte teneur en eau du bouillon initial, dont près de 96,9 % a été éliminée lors du séchage. Il peut également être influencé par la composition initiale du bouillon et par les pertes survenues au cours des étapes de filtration, de transfert et de séchage. Malgré ce rendement limité, cet essai démontre la faisabilité de la transformation du bouillon traditionnel en un produit déshydraté, plus stable, plus facile à conserver et à utiliser. La poudre obtenue concentre les composés solubles extraits de la viande et des épices, ce qui lui confère un potentiel intéressant pour une valorisation alimentaire. Toutefois, une caractérisation physicochimique complète du produit déshydraté sera nécessaire pour confirmer sa composition et ses propriétés.

6.2. Aspect du produit obtenu

Après déshydratation, le bouillon a été obtenu sous forme d'une poudre fine, homogène, de couleur brun fonce’. Une partie de cette poudre a ensuite été compactée afin d'obtenir un bouillon cube, destiné à illustrer une forme de présentation plus pratique pour une utilisation culinaire. Ces deux produits démontrent la faisabilité de la transformation du bouillon

traditionnel en ingrédients alimentaires stables susceptibles d'être utilisés comme bases culinaires ou exhausteurs de goût. Il s'agit toutefois d'un essai préliminaire de valorisation. Une caractérisation complémentaire des produits déshydratés (composition physicochimique, activité de l'eau, stabilité au stockage, propriétés sensorielles et fonctionnelles) sera nécessaire afin de confirmer leur aptitude à une éventuelle valorisation à l'échelle industrielle.



Fig.23 : Les différentes formes de valorisation et de transformation du bouillon de *Khliaa Ezir* (Bouillon avant séchage. Bouillon mis en forme en cube. Poudre obtenue après déshydratation.)

6. Etude de consommation du bouillon de *Khliaa Ezir*

6.1 Caractérisation démographique de la population

6.1.1 Sexe :

La majorité des participants pour ce questionnaire sont des femmes avec un taux de présence de 93,2% soit 41 personnes sur 44, le reste des participants représentes la minorité des hommes (6,8%) soit 3 personnes sur 44. On pourrait justifier ce résultat par un plus grand intérêt des femmes envers la cuisine que les hommes.

6.1.2 Age :

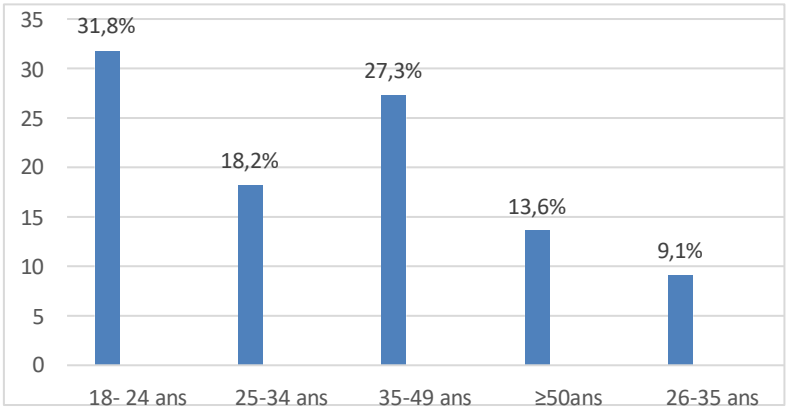
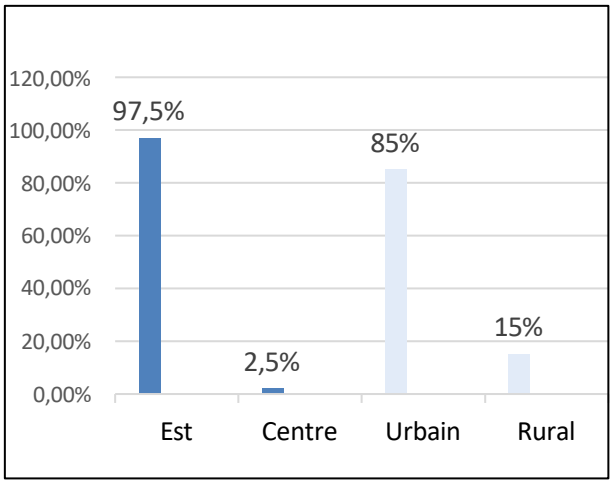


Fig. 24 : Répartition des répondants selon l'âge.

On peut en conclure que la majorité des répondants ont une tranche d'âge entre 18 et 24 ans. Cela s'expliquerait par le fait que les jeunes personnes sont plus actives et donc répondent vite aux questionnaires.

6.1.3 Zone de résidence et wilaya

La figure 24 indiquent que la population enquêtée réside majoritairement en milieu urbain de l'Est algérien (Skikda, Mila, Jijel, Annaba, Bouira, Sétif, Tebessa et Constantine), ce qui s'explique par le fait que le mode de diffusion de notre enquête, menée via un formulaire numérique (Google Forms), cible préférentiellement une population citadine plus connectée et ayant un accès plus fluide aux outils numériques et aux réseaux sociaux. Par ailleurs, notre ancrage géographique au niveau de l'Est de l'Algérie a naturellement favorisé une plus large diffusion du questionnaire dans cette région, justifiant ainsi un taux de participation nettement supérieur par rapport aux autres zones du pays. On constate également que la majorité de répondants résident dans la wilaya de Skikda. Ce qui est justifiable par le fait que mes recherches ont été effectué dans la Wilaya de Skikda.



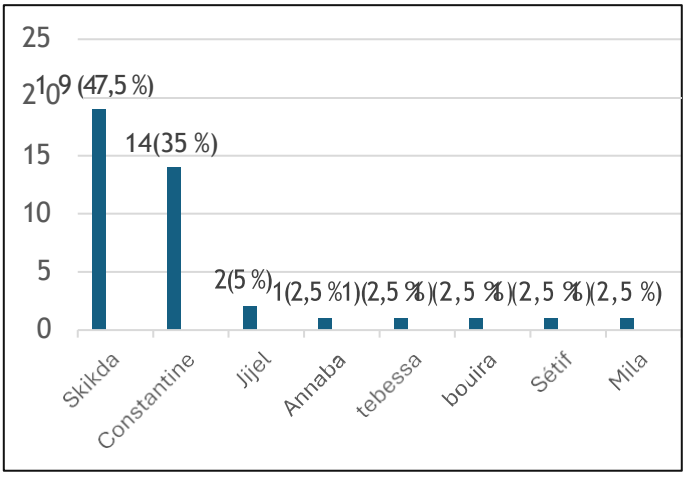


Fig. 25 : Répartition des répondants selon la zone et la wilaya de résidence

7.1.4. Niveau d'instruction

En ce qui concerne le niveau d'instruction des répondants, les données recueillies révèlent une population d'étude hautement instruite. En effet, la grande majorité des participants possède un niveau universitaire, représentant un taux écrasant de 90,9% de l'échantillon global (incluant les étudiants post-gradués et les professionnels de l'enseignement), tandis que le niveau secondaire ne représente qu'une faible proportion de 6,8%. Ce niveau d'instruction élevé constitue un avantage majeur pour la fiabilité de notre enquête ; il garantit que les répondants ont une bonne capacité de compréhension des questions posées, ce qui confère une plus grande crédibilité aux réponses obtenues.

7.2. Connaissance de *Khliaa Ezir*

Les données présentées dans la figure ci-dessous mettent en évidence un contraste marqué entre la connaissance du *Khliaa Ezir* et sa préparation. En effet, 80 % des répondants déclarent connaître ce produit traditionnel, tandis que 77,5 % indiquent ne pas le préparer. Ce recul de la préparation domestique peut s'expliquer par les contraintes du mode de vie actuel, le temps nécessaire à sa fabrication ainsi que par une diminution de la transmission de ce savoir-faire traditionnel entre les générations.

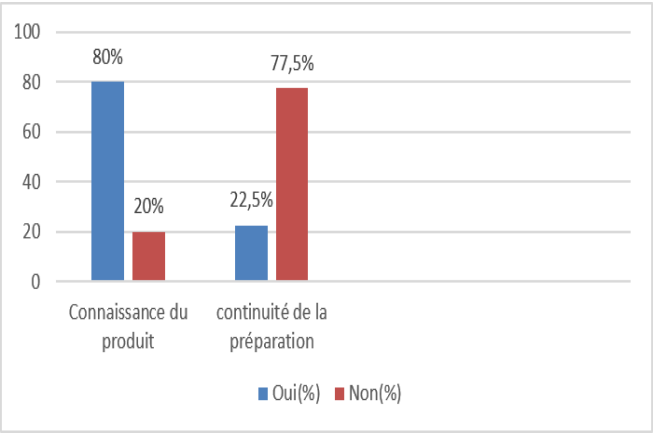


Fig. 26 : Répartition des répondants selon la connaissance du produit traditionnel *Khliaa Ezir* et continuité de sa préparation.

7.2.1 Occasions de preparation du *Khliaa Ezir* et type de viande utilise

Le *Khliaa Ezir* est principalement préparé lors de l'Aïd al-Adha (55,6 %), en utilisant surtout de la viande bovine (61,4 %), choisie pour sa disponibilité, sa facilité de séchage et sa faible teneur en matières grasses favorisant sa conservation, aussi par son prix qui est abordable par rapport aux autres espèces animales.

7.2.2 Habitudes de consommation et d'utilisation des bouillons de viande D'après les résultats obtenus, la majorité des personnes interrogées (88,6 %) consomment du bouillon de viande en général, ce qui montre que ce produit est largement utilisé dans l'alimentation quotidienne. Pour la préparation des plats traditionnels, la plupart des répondants (86,3 %) utilisent des bouillons préparés à l'état frais, ce qui indique une préférence pour les préparations faites maison. Concernant la composition de ces bouillons frais, la majorité (65
%) a déclaré qu'ils sont préparés à base de viande et/ou d'os, probablement en raison du goût plus riche qu'ils apportent aux plats. En ce qui concerne les bouillons de commerce, la réponse la plus fréquente était « jamais » (40,9 %), ce qui peut s'expliquer par une utilisation limitée des produits industriels au profit des bouillons traditionnels.

7.3. Habitudes de consommation et pratiques culinaires du bouillon de *Khliaa Ezir*

L'analyse montre que le bouillon de volaille est largement dominant (76,7 %). Par ailleurs, la majorité des répondants (68,2 %) n'ont jamais consommé le bouillon de cuisson du Khliaa Ezir, et celui-ci est principalement jeté après préparation (45,5 %).

7.3.1 utilisation et conservation du bouillon de *Khliaa Ezir*

L'analyse montre que le bouillon de cuisson du *Khliaa Ezir* est principalement utilisé sous forme de soupe/chorba (27,3 %). Lorsqu'il est conservé, il l'est majoritairement au congélateur (50 %). Toutefois, la fréquence d'utilisation reste faible, puisque la majorité des répondants déclarent ne jamais l'utiliser (35 %).

7.3.2 Raisons d'utilisation du bouillon de cuisson du *Khliaa Ezir*

L'analyse de la figure ci-dessous montre manifestement qu'une part importante des répondants utilisent ce bouillon principalement pour l'habitude familiale ou traditionnelle ainsi que pour ses qualités nutritionnelles perçues.

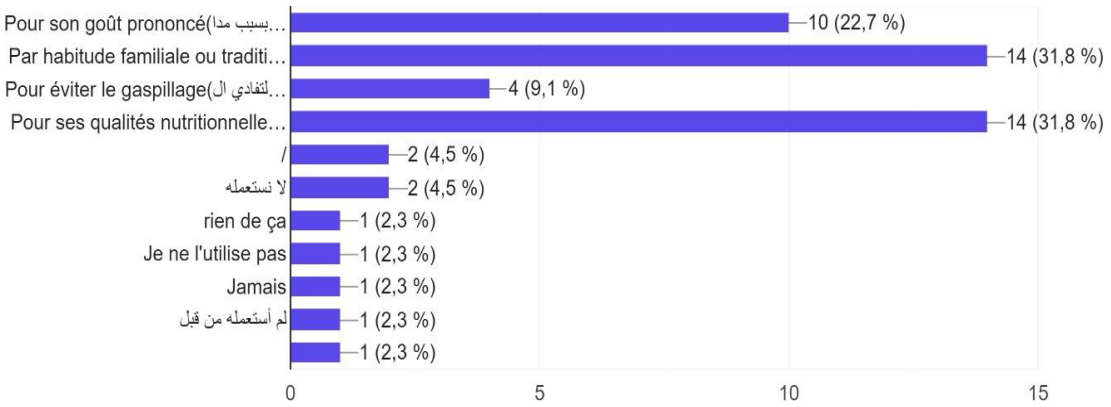


Fig. 27 : Répartition des répondants selon les raisons d'utilisation du bouillon de cuisson du Khliaa Ezir

7.3.3 Raisons de non-utilisation du bouillon de cuisson du *Khliaa Ezir*

Les résultats obtenus (figure 27) montrent qu'une proportion importante des répondants n'utilise pas ce bouillon, principalement en raison de sa forte teneur en sel, jugée excessive. Dans une moindre mesure, certains répondants ont indiqué ne pas savoir comment l'utiliser dans leurs préparations culinaires. Ces résultats mettent en évidence que la perception d'un produit trop salé constitue le principal frein à son utilisation, tandis que le manque d'information sur ses usages limite également sa valorisation auprès des consommateurs.



Fig. 28 : Répartition des répondants selon les raisons de non-utilisation du bouillon de cuisson du *Khliaa Ezir*

7.4. Potentiel de valorisation industrielle

7.4.1 évaluation sensorielle du bouillon de *Khliaa Ezir*

Les résultats de l'évaluation sensorielle du bouillon de *Khliaa Ezir* montrent que la majorité des répondants (72,7 %) jugent son goût et son arôme très prononcés, ce qui reflète un profil sensoriel intense et caractéristique du produit. Concernant la teneur en sel, plus de la moitié des participants (52,3 %) estiment que le bouillon est trop salé, ce qui pourrait être lié à l'utilisation importante du sel lors de la préparation et de la conservation du *Khliaa Ezir.*

Pour l'odeur, la réponse la plus fréquente est agréable (52,5 %), suggérant une appréciation globalement positive des qualités aromatiques du bouillon. En ce qui concerne la couleur, 40 % des répondants la jugent agréable, indiquant une acceptabilité visuelle relativement satisfaisante. Enfin, concernant la texture, la proportion la plus élevée (47,7 %) qualifie le bouillon de très gras, ce qui peut s'expliquer par la présence importante de matières grasses libérées pendant la cuisson

7.4.2 Perception de la valeur nutritionnelle du bouillon de *Khliaa Ezir*

L'analyse de la figure ci-dessous montre manifestement qu'une part importante des répondants pensent que ce produit possède une valeur nutritionnelle intéressante. Cette perception peut être attribuée à son origine carnée et à la présence présumée de composés nutritifs issus de la viande, tels que les protéines, les minéraux et les composés bioactifs extraits au cours de la cuisson.

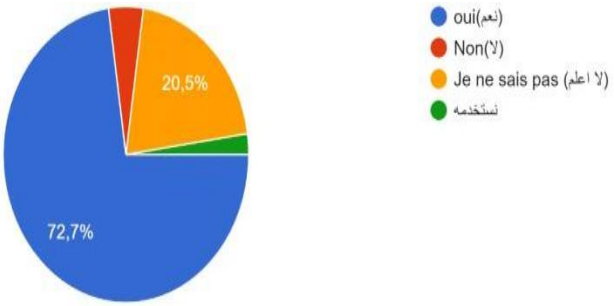


Fig.29 : Répartition des répondants selon leur perception de la valeur nutritionnelle du bouillon de *Khliaa Ezir*

7.4.3 Avis des consommateurs sur la valorisation industrielle et l'intention d'achat du bouillon de *Khliaa Ezir*

D'après les résultats obtenus, la majorité des répondants (81,8 %) sont favorables à la valorisation industrielle du bouillon de *Khliaa Ezir,* ce qui montre qu'ils acceptent l'idée de transformer ce produit traditionnel en produit commercialisé. Concernant l'intention d'achat, plus de la moitié des participants (54,5 %) ont répondu qu'ils achèteraient ce bouillon s'il était disponible sur le marché. Cela peut être expliqué par l'intérêt porté aux produits traditionnels faciles à utiliser.

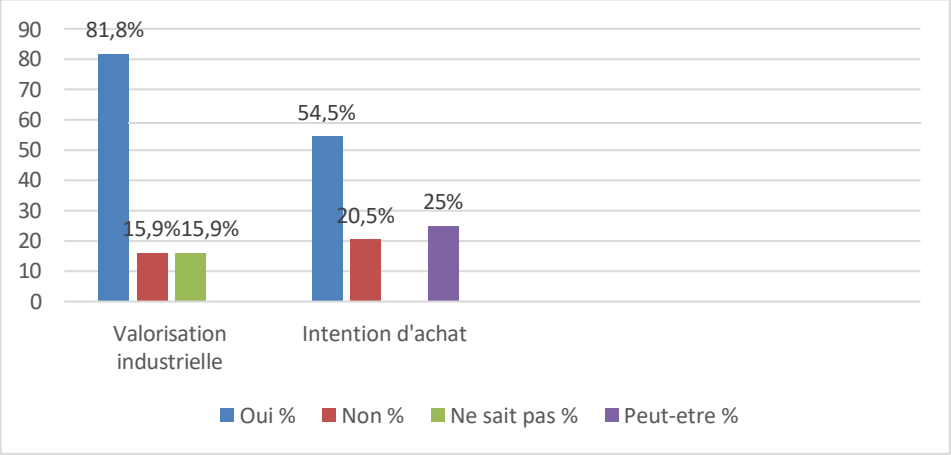


Fig. 30 : Répartition des répondants selon leur avis sur la valorisation industrielle et leur Intention d'achat du bouillon de *Khliaa Ezir.*

7.4.4. Forme de présentation préférée pour la commercialisation du bouillon de *Khliaa Ezir*

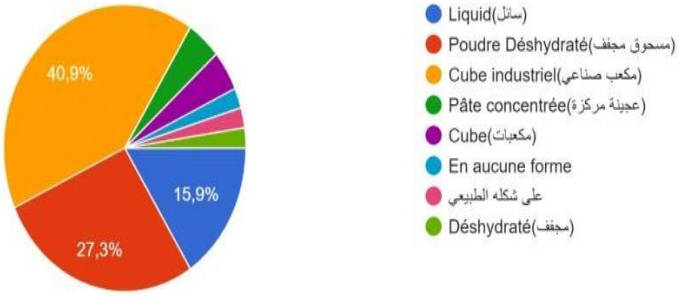


Fig.31 : Répartition des répondants selon la forme de présentation préférée pour le bouillon de *Khliaa Ezir.*

L'analyse de la figure ci-dessus montre manifestement qu'une part importante des répondants préféreraient ce produit sous forme de cube industriel. Cette préférence peut s'expliquer par la praticité de ce format, sa facilité de stockage, de transport et d'utilisation, ainsi que par sa bonne intégration dans les habitudes culinaires actuelles. Elle traduit également l'intérêt des consommateurs pour un produit stable, prêt à l'emploi, tout en conservant les qualités organoleptiques du bouillon traditionnel.

7.4.5. Principaux arguments d'achat du bouillon de *Khliaa Ezir*

L'analyse de la figure ci-dessus montre qu'une proportion importante des répondants est principalement incitée à l'achat par le caractère naturel du produit.Cette préférence traduit un intérêt croissant des consommateurs pour des aliments perçus comme authentiques, peu transformés et élaborés selon des procédés traditionnels. Elle souligne également l'importance accordée à la naturalité comme critère de choix, ce qui constitue un atout pour la valorisation du bouillon de *Khliaa Ezir.*

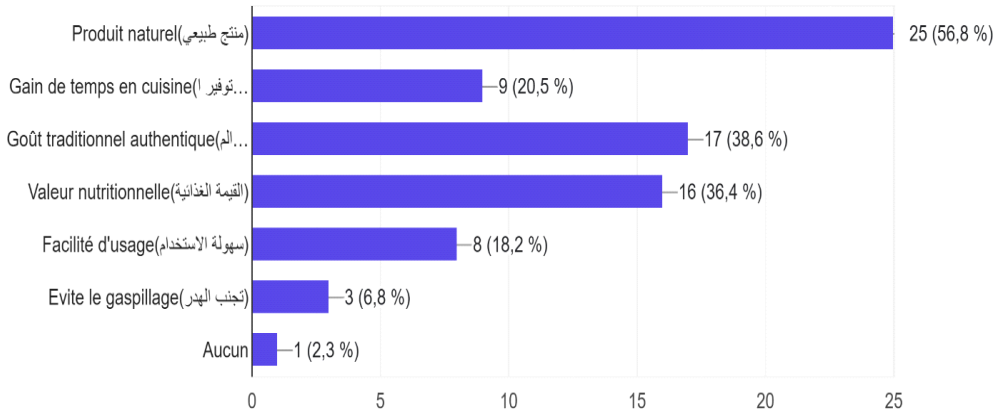


Fig. 32 : Répartition des répondants selon l'argument qui les inciterait le plus à acheter le bouillon de *Khliaa Ezir*.

7.4.6. Suggestions des répondants pour la valorisation ou l'utilisation du bouillon de *Khliaa Ezir*

les montre manifestement que la grande majorité des répondants n'ont pas de suggestions particulières à proposer pour la valorisation ou l'utilisation de ce produit.

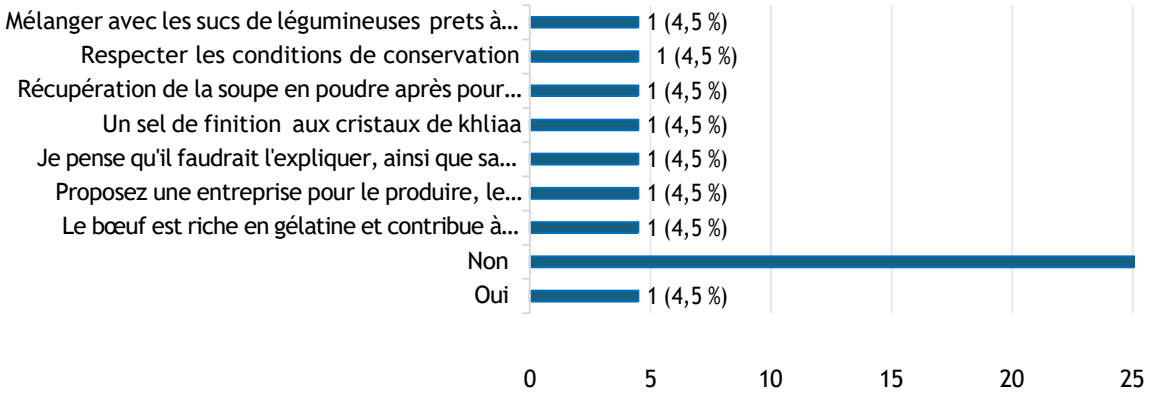


Fig. 33 : Répartition des répondants de suggestions pour la valorisation du bouillon de *Khliaa Ezir*

7.5. Limites de l'étude

Dans le cadre de cette enquête, plusieurs limitations méthodologiques ont été constatées : Le biais technologique : La diffusion uniquement en ligne (via les réseaux sociaux) a restreint l'accès aux personnes âgées ou résidant dans des régions rurales éloignées, qui détiennent pourtant habituellement le savoir-faire traditionnel direct associé à la préparation du bouillon de *Khliaa Ezir*. La rareté des données bibliographiques : Les travaux de recherche antérieurs mettent principalement l'accent sur la viande de *Khliaa Ezir*, alors que son bouillon de cuisson

Souffre d'une absence complète de publications scientifiques, ce qui rend l'analyse comparative des réponses plus complexe.

CONCLUSION

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'effet du temps de cuisson sur les caractéristiques du bouillon de cuisson issu de la fabrication traditionnelle du *Khliaa Ezir* et d'en déterminer les propriétés physicochimiques, microbiologiques, sensorielles et technologiques en vue de sa valorisation alimentaire. Les résultats ont montré que le temps de cuisson influence significativement la composition et les propriétés du bouillon, en raison des phénomènes d'extraction des composés solubles de la viande et de la concentration liée à l'évaporation de l'eau. Le bouillon obtenu en fin de cuisson présente une composition caractérisée par une richesse en protéines solubles et principalement sels minéraux dont une part importante est attribuable au chlorure de sodium diffusé lors de la cuisson, une faible teneur en lipides et une faible valeur énergétique. L'évolution des paramètres physicochimiques a mis en évidence une diminution du pH et une augmentation de l'acidité titrable, de la densité, du degré Brix et de la conductivité, témoignant de l'extraction et de la concentration progressives des composés solubles au cours de la cuisson.

Les analyses microbiologiques et l'essai de stabilité ont confirmé sa bonne qualité sanitaire et sa stabilité au stockage, tandis que l'évaluation sensorielle a révélé une bonne acceptabilité, avec un profil aromatique et gustatif apprécié.

L'essai de valorisation par déshydratation a permis d'obtenir un bouillon sous forme de poudre et de cube, bien que le rendement obtenu (3,2 %) reste faible. Par ailleurs, l'enquête menée auprès des consommateurs a montré que le bouillon de *Khliaa Ezir* est principalement connu dans l'Est algérien, mais demeure insuffisamment valorisé. Les répondants se sont toutefois montrés favorables à sa commercialisation sous des formes pratiques, notamment en poudre ou en cube de bouillon.

En conclusion, cette étude démontre que le bouillon de cuisson du *Khliaa Ezir* constitue un coproduit à fort potentiel technologique et sensoriel. Sa valorisation alimentaire représente une opportunité pour préserver les produits issus du patrimoine culinaire algérien, réduire les pertes alimentaires et promouvoir une utilisation plus durable des ressources, tout en respectant les qualités gustatives authentiques. Les perspectives de ce travail pourraient porter sur :

- **L’optimisation des procédés de déshydratation** (lyophilisation, atomisation ou autres technologies), afin d'améliorer le rendement, la stabilité et la qualité du produit final ;
- **L’évaluation de l'activité antioxydante** du bouillon ainsi que l'étude des phénomènes d'oxydation au cours de la cuisson et du stockage ;

- **La caractérisation du profil aromatique et lipidique** par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS) et le nez électronique (E-nose) ;
- **L'identification de composés bioactifs et l'évaluation des propriétés fonctionnelles** du bouillon afin de renforcer sa valeur ajoutée et d'élargir ses perspectives de valorisation alimentaire et industrielle.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références

A

Ahmad, M.I., Li, Y., Pan, J.,&Liu, F. (2023). Collagen and gélatina : Structure, properties, and applications in food industry. International Journal of Biological Macromolecules.

Ahmad, T., et al. (2023). Collagen and gelatin from bovine by-products: Extraction, characterization, and applications in food industry [Collagène et gélatine issus des sous-produits bovins : Extraction, caractérisation et applications dans l'industrie alimentaire]. Trends in Food Science&Technology, 131, 45-59.

Akar, G.; Mazi, I.B. Color change, ascorbic acid degradation kinetics, and rehydration behavior of kiwifruit as effected by different drying methods. J. Food Process Eng. 2019, 42, 13011. [Google Scholar]

Alcock RD, Shaw GC, Burke LM (2019) Bone broth unlikely to provide reliable concentrations of collagen precursors compared with supplemental sources of collagen used in collagen research. Int J Sport Nutr Exerc Metab 29(3):265-272.

Aliment.Saha, D. (2010). Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food : a critical review. Journal of Food Science and Technology.

Alves, S. P., Cabrita, A. R., Fonseca, A. J.,&Bessa, R. J. (2022). Impact of thermal processing on the dry matter, fat content, and fatty acid profile of ruminant meat. Meat Science, 185, 108711.

AOAC International. (1980). Official Methods of Analysis (13th ed.). Washington, DC: AOAC.

AOAC International. (2000). Official Methods of Analysis (17th ed.). Gaithersburg, MD: AOAC International.

AOAC International. (2005). Official Methods of Analysis (18th ed.). Gaithersburg, MD: AOAC International.

Aykın-Dinçer, E., Erbaş, M.,&Tekin, A. (2021). Effects of processing conditions on physicochemical and oxidative properties of bone broth powder. LWT - Food Science and Technology, 140, 110760.

B

Bader, R., Becila, S., Ruiz, P., Djeghim, F., Sanah, I., Boudjellal, A., Gatellier P., Portanguen S., Talon S., Leroy, S. (2020). Physicochemical and microbiological characteristics of El-Guedid from meat of different animal species. Meat Science, 108277. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108277)

Barbera, S., Prandi, M., Zoccarato, I., et al. (2016). Colour of meat broth as an indicator of beef quality. Proceedings of the 62nd International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST), Bangkok, Thailand.

Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). Food chemistry [Chimie des aliments] (4e éd.). Springer-Verlag.

Bender, D. A:Nutritional biochemistry of the vitamins (Micronutriments essentiels).

Benkerroum, N. (2018). Traditional fermented foods of North Africa: Historical and cultural perspectives [Aliments fermentés traditionnels d'Afrique du Nord : Perspectives historiques et culturelles]. Journal of Ethnic Foods, 5(3), 175-189.

Beranová M (2005) Jídlo a Pití v Pravěku a ve Středověku/Food and Drink in Prehistoric Times and the Middle Ages, 1st edn. Academia. Accessed 26 May 2023.

Bhandari, B. Chapter 1-Introduction to food powders. In Handbook of Food Powders: Processes and Properties; Bhandari, B., Bansal, N., Zhang, M., Schuck, P., Eds.; Woodhead Publishing Limited: Cambridge, UK, 2013; pp. 1-26.

Bhatta, S.; Janezic, T.S.; Ratti, C. Freeze-Drying of Plant-Based Foods. Foods 2020, 9, 87. BOCCARD R., 1981. Facts and reflections on muscular hypertrophy in cattle : double muscling or culard. In :Develop. Meat Sci., 2, 1-28.

BOCCARD R., DUMONT B.L., SCHMITT O., 1969. Relations entre la conformation des carcasses et les caractéristiques de la musculature. Bull. Acad. Vét., 62, 261-265.

Bortnowska, G., Przybylska, S., & Iwański, R. (2021). Physicochemical properties, oxidative stability and antioxidant capacity of clean label meat-based sauces: effects of phenolic extracts addition and cold storage. Journal of Food Science and Technology, 58(1), 110–120. https://doi.org/10.1007/s13197-020-04519-x

Boudechicha, H. R., et al. (2015). Étude des caractéristiques physicochimiques et microbiologiques du Khliaa Ezir, produit carné traditionnel algérien. Revue des BioRessources, 5(2), 45–52.

Boudechicha, H. R., Gagaoua, M., Hafid, K., Becila, S., Boudjellal, A., & Astruc, T. (2015). Khliaa Ezir, a traditional cured meat product of Algeria: Preparation and characterization. In Proceedings of the 61st International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST), Clermont-Ferrand, France.

Boudechicha, H. R., Gagaoua, M., Hafid, K., Becila, S., Boudjellal, A., & Astruc, T. (2017). Traditional Khliaa Ezir meat product of Algeria: Physicochemical and microbiological characteristics. Journal of Food Processing and Preservation, 41(3), e12987.

Boudechicha, H., Sellama, M., Lamri, M., Boudjellal, A., & Gagaoua, M. (2018). Produits carnés traditionnels des pays d ’ Afrique du Nord. La Revue Française de La Recherche En Viandes et Produits Carnés, 34(3–8), 1–19.

Boudjellal A. Relationships between overall liking score and sensory meat attributes in

BOUSSET J., DUMONT B.L., HLJDZIK E., 1986. The dry matter content of beef muscles. 32e Congrès Europ. Chercheurs Viande, Gand, 2, 499-502.

Bram, G., This, H.,&Viel, C. (2000). La gélatine face aux extraits et aux bouillons de viande. L’Actualité Chimique, (236), 50-52. https://new.societechimiquedefrance.fr/wp-content/uploads/2019/12/2000-nov-236-NT17-Bram.pdf

Brian, M. (1995). Methods for the detection of Clostridium and sulfite-reducing anaerobes in food products. Food Microbiology Laboratory Manual.

Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. International Journal of Food Microbiology, 94(3), 223-253.

Byrne D.V., Bredie W.L.P., Mottram D.S., Martens M., 2002. Meat Sci. 61, 127-139.

C

CALLOW E.H., 1947. Comparative studies of meat. 1. The chemical composition of fatty and muscular tissue in relation to growth and fattening. J. Agric. Sci., 37, 113-129.

Cambero, M. I., Pereira-Lima, C. I., Ordoñez, J. A.,&García de Fernando, G. D. (2000). Beef broth flavour: study of flavour development. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80(10), 1510–1518. https://scijournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1097-0010(200008)80:10%3C1510::AID-JSFA673%3E3.0.CO;2-2.

Cambero, M. I., Pereira-Lima, C. I., Ordoñez, J. A.,&García de Fernando, G. D. (2000). Beef broth flavour: relation of components with the flavour developed at different cooking temperatures. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80(10), 1519–1528. https://doi.org/10.1002/1097-0010(200008)80:10%3C1519::AID-JSFA674%3E3.0.CO;2-R

Cambero, M. I., Seuss, I., Honikel, K. O., & López-Bote, C. (2000). Beef broth flavour: Relation of components with the flavour developed at different cooking temperatures. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80(10), 1519–1528.

Cambero, M. I., Seuss, I.,&Honikel, K. O. (1992). Flavor compounds of beef broth as affected by cooking temperature. Journal of Food Science, 57(6), 1285–1290. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1992.tb06838.x

Cambero, M.I., Pereira-Lima, C.I., Ordoñez, J.A. and García de Fernando, G.D. (2000), Beef broth flavour: relation of components with the flavour developed at different cooking temperatures. J. Sci. Food Agric., 80: 1519-1528. https://doi.org/10.1002/1097-0010(200008)80:10<1519::AID-JSFA674>3.0.CO;2-R

Carlier, M. (2017). Quelle est la température de transformation des protéines de viandes par la cuisson ? IFIP – Institut du Porc. https://ifip.asso.fr/actualites/quelle-est-la-temperature-de-transformation-des-proteines-de-viandes-par-la-cuisson/ consulte' le 27 mars.

Cassano, A., et al. (2003)."Concentration of clarified fruit juices by osmotic distillation and reverse osmosis". Journal of Food Engineering.

Charrondiere, U. R., Haytowitz, D., & Stadlmayr, B. (2012). FAO/INFOODS Density Database Version 2.0. FAO, Rome. Skotnicka, M., & Ocieczek, A. (2019). Influence of tomato cream soup physical parameters on satiety potential level. Acta Agrophysica, 26(4), 5–21.

Chen C, Ren M (2014) The significance of license plate location based on lab color space. In: 2nd International Conference on Information, Electronics and Computer. Atlantis Press, pp. 78–81.

Chi, S. P.,&Chen, T. C. (1993). Selected chemical and physical characteristics of chicken broth from broiler deboning by-products. Journal of Food Quality, 16(2), 123-132. http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-4549.1993.tb00232.x

Choi, Y. S., Kim, H. W., Hwang, K. E., Song, D. H., Jeong, T. J., Kim, Y. B.,&Kim, C. J. (2016). Effects of different components on the quality characteristics of bone soup. Korean Journal for Food Science of Animal Resources, 36(5), 624–632.

Codex Alimentarius. (2015). Norme pour les bouillons et consommés (CXS 117-1981). https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh

Collagen and Gelatin (2015). Annu. Rev. Food Sci. Technol.

Commission du Codex Alimentarius. Norme pour les bouillons et consommés (CXS 117-1981), révisée en 2001.

Counihan, C., & Van Esterik, P. (Eds.). (2013). Food and culture: A (3e éd.). New York.

Cuq, J.-L. (2007). Microbiologie alimentaire : principes et méthodes. Éditions Lavoisier.

D

Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (2008). Fennema's food chemistry (4e éd.). CRC Press.

Dashdorj, D., Amna, T.,&Hwang, I. (2015). Meat flavor : A review from chemistry to consumer perception. Food Science and Biotechnology, 24(1), 1–15.

Delles, R. M.,&Xiong, Y. L. (2014). Nutritional and technological valuation of meat processing by-products [Valorisation nutritionnelle et technologique des sous-produits de la transformation de la viande]. Meat Science, 96(2), 681-692.

Desmond, E. (2006). Reducing salt: A challenge for the meat industry. Meat Science, 74, 188–196.

Dewi, D. C., Mahdi, C., Sulistyarti, H., & Aulani`am, A. (2023). Identification of volatile compounds in several meat and bone broth using Solid Phase Micro Extraction-Gas Chromatography Mass Spectrometry (SPME-GCMS) for initial detection of Halal and Non-Halal Food. The Journal of Pure and Applied Chemistry Research. https://doi.org/10.21776/ub.jpacr.2023.012.02.3308

Diarra, T. (2019). Évaluation de la consommation des bouillons culinaires dans le District de Bamako (cas de Sébénikoro).Thèse de doctorat. Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako. https://www.scribd.com/document/706022008/19P105-1

Domínguez, R., et al. (2019). Effect of cooking methods on the quality characteristics of meat: A review. Food Chemistry, 281, 107–118.

Domínguez, R., Gullón, P., Pateiro, M., Munekata, P. E., & Lorenzo, J. M. (2020). Effect of different cooking methods on lipid profile and volatile compounds of meat and meat products. Foods, 9(12), 1775.

Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., et Lorenzo, J. M. (2019). Revue approfondie de l'oxydation des lipides dans la viande et les produits carnés. Antioxidants, 8(10), 429. https://doi.org/10.3390/antiox8100429

Domínguez, R., Pateiro, M., Munekata, P. E. S., Lorenzo, J. M., & Franco, D. (2023). Effects of thermal processing on lipid composition, oxidation and nutritional quality of meat and meat products: A review. Foods, 12, 1647.

Doulgeraki, A. I., Ercolini, D., Villani, F., & Nychas, G. J. (2012). Spoilage microbiota associated with modified atmosphere packaged meat products. International Journal of Food Microbiology, 157(2), 130-141.

Duchène, C.&Gandemer, G. (2016). Valeurs nutritionnelles des viandes : effets de la cuisson sur la composition des viandes. Viandes&Produits Carnés, 32, VPC-2016-32-3-5. https://www.viandesetproduitscarnes.com/phocadownload/vpc_vol_32/3235_duchene_valeurs_nutritionnelles_viandes_cuites.pdf

Duchène, C.&Gandemer, G. (2017). Viandes crues, viandes cuites : quels effets de la cuisson sur la composition en nutriments des viandes ? Cahiers de Nutrition et de Diététique, 52(3), 134-149. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0007996017300019

Duchène, Christelle et Gandemer, Gilles, 2015. Valeurs nutritionnelles des viandes cuites - Effets de la cuisson sur la composition des viandes. Étude NUTRITION. CIV Viande, Sciences et Société. Novembre 2015.

E

Embuscado, M. E. (2015). Spices and herbs: Natural sources of antioxidants – a mini review. Journal of Functional Foods, 18, 811-819.

F

Faisal, M., Hafasa, H., M, S. M. A. F.&Kusumaningtyas, M. (2025). Effect of boiling time on protein content, total soluble solids, and sensory quality of probiotic soy milk (Glycine max L.)Journal of Agritechnology and Food Processing. https://doi.org/10.31764/jafp.v5i2.36996

Falowo, A. B., Fayemi, P. O., & Muchenje, V. (2014). Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. Food Research International, 64, 171-181.

FAO. (2010). Alimentation, nutrition et culture : Approches pour la valorisation des systèmes alimentaires traditionnels. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

FAO. (2010). Traditional food systems and local food security in North Africa. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

FAO. (2011). Global food losses and food waste: Extent, causes and prevention. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. (2013). Apports nutritionnels et rôle de la viande dans l'alimentation humaine. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

Farooq, S., Ahmad, M. I., Zheng, S., et al. (2024). A Review on Marine Collagen: Sources, Extraction Methods, Colloids Properties, and Food Applications.

Fellows, P. J. (2016). Food processing technology: Principles and practice [Technologie du traitement des aliments : Principes et pratiques] (4e éd.). Woodhead Publishing.

Fellows, P. J. (2017). Food Processing Technology: Principles and Practice (4th ed.).

Fellows, P. J. (2017). Technologie du traitement des aliments : Principes et pratiques (4e éd.). Woodhead Publishing.

Feng, X., et al. (2020). Changes in nutritional components of fish soup during thermal processing.

Figura L.O., Teixeira A.A., 2007. Food physics. Physical Properties – Measurement and Applications. Springer-Verlag Berlin-Heidelberg, pp.

Flandrin, J.-L. (1983). « Brouets, potages et bouillons », Médiévales, n° 5, pp. 5-14.

Fomenko, O., Sagingalieva, A., Morgunova, N.,&Rudik, F. (2025). Heat treatment technological features of meat and bone raw materials in packaged broth production. Bulletin of KSAU. https://doi.org/10.36718/1819-4036-2025-8-287-296

Food and Agriculture Organization (2011). Meat Processing Technology for Small- to Medium-Scale Producers. Rome.

FoodData Central US (2019) Department of Agriculture. Agri-cultural Research Service. Accessed 26 May 2023.

Frazier, W. C.,&Westhoff, D. C. (2008). Microbiologie des aliments (5e éd.). McGraw-Hill Education.

Fremery, D., Lineweaver, H., & Hanson, H. L. (1965). Chicken Broth Flavor and pH. Poultry Science, 44(3), 816-824. https://doi.org/10.3382/ps.0440816.

Fu, Y., Cao, S., Yang, L., & Li, Z. (2022). Flavor formation based on lipid in meat and meat products: A review. Journal of Food Biochemistry, 46(12), e14439.

Fundamental Business Insights. (2025, septembre). Bouillon Market Size&Forecasts 2026-2035, By Segments (Product, Form, Distribution Channel), Growth Opportunities, Innovation Landscape, Regulatory Shifts, Strategic Regional Insights, and Competitive Dynamics (Report ID: FBI 12225). https://www.fundamentalbusinessinsights.com/industry-report/bouillon-market-12225

G

Gagaoua, M., & Boudechicha, A. (2018). Ethnic meat products of Algeria: Technological characteristics and cultural heritage [Produits carnés traditionnels d'Algérie : Caractéristiques technologiques et patrimoine culturel]. Journal of Ethnic Foods, 5(2), 85-98.

Geng, L., Liu, K., et Zhang, H. (2023). Lipid oxidation in foods and its implications on proteins. Frontiers in Nutrition, 10, 1192199. https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1192199.

Guan, H., Tian, Y., Feng, C., Leng, S., Zhao, S., Liu, D., & Diao, X. (2024). Migration of Nutrient Substances and Characteristic Changes of Chicken White Soup Emulsion from Chicken Skeleton during Cooking. Foods 2024, Vol. 13, 13(3). https://doi.org/10.3390/FOODS13030410

Guan, H., Tian, Y., Feng, C., Leng, S., Zhao, S., Liu, D., & Diao, X. (2024). Migration des substances nutritives et changements caractéristiques de l'émulsion de bouillon de poule pendant la cuisson. Zhang, Y., et al. (2022). Effet des modes de cuisson sur la qualité et les caractéristiques gustatives de la soupe de Clitocybe squamulose. Frontiers in Nutrition, 9, 1048352. https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1048352.

Guan, H., Xu, X., Feng, C., Tian, Y., Liu, D.,&Diao, X. (2024). Effects of Stewing Modes on Physicochemical Quality and Formation of Flavour Compounds of Chicken Soup. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 74(1), 26-40.

Guan, H., Yang, C., Tian, Y., Feng, C., Gai, S., Liu, D., & Diao, X. (2023). Changes in stability and volatile flavor compounds of self-emulsifying chicken soup formed during the stewing process. LWT – Food Science and Technology, 175, 114520.

Guiraud J.P., 2003. Microbiologie alimentaire. Dunod – RIA. P696, 144.

Gusain, P. (2021) Global Bouillon Market Size, Share and Trends Analysis Report – Industry Overview and Forecast to 2033. Data Bridge Market Research. https://www.databridgemarketresearch.com/reports/global-bouillon-market

H

Han, Z., Liu, S., Cao, J., Yue, X., & Shao, J.-H. (2024). Revue de la rétention d'huile et d'eau dans les produits de viande émulsifiés : les mécanismes de gélification et d'émulsification, l'application de hydrogels multicouches. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 64(23), 8308-8324.

He X, Pei Q, Xu T, et al. (2020) Smartphone-based tape sensors for multiplexed rapid urinalysis. Sensors and Actuators B: Chemical 304: 127415.

He, L., Zhao, M., Sun-Waterhouse, D.,&Su, G. (2024). Industrial meat and bone extracts: Processing technology, nutritional enrichment, and application as flavor bases in convenience foods. Trends in Food Science&Technology, 145, 104390. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.11

Hutchison C.L., Mulley R.C., Wiklund E. and Flesch J.S., Effect of concentrate feeding on instrumental meat quality and sensory characteristics of fallow deer venison. In Journal

I

Ibarz, A.,&Barbosa-Cánovas, G. V. (2014). Unit Operations in Food Engineering. CRC Press.

ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). (1996). Microorganisms in Foods 5: Microbiological Specifications of Food Pathogens. Blackie Academic&Professional, London.

Imafidon, G. I.,&Spanier, A. M. (1994). Unraveling the secret of meat flavor. Trends in Food Science&Technology.

International Organization for Standardization. (1996). ISO 1444: Meat and meat products — Determination of free fat content. Geneva, Switzerland: ISO.

International Organization for Standardization. (1998). ISO 936: Meat and meat products — Determination of total ash. Geneva, Switzerland: ISO.

International Organization for Standardization. (2006). ISO 4832: Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of coliforms — Colony-count technique.

International Organization for Standardization. (2013). ISO 4833-1: Microbiology of the food chain — Horizontal method for the enumeration of microorganisms — Part 1: Colony count at 30 °C by the pour plate technique.

International Organization for Standardization. (2017a). ISO 6579-1: Microbiology of the food chain Horizontal method for the detection of Salmonella spp.. International Organization for Standardization. (2017b). ISO 6887-1: Microbiology of the food chain — Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination.

International Organization for Standardization. (2021). ISO 6888-1: Microbiology of the food chain — Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (Staphylococcus aureus and other species) — Part 1: Method using Baird-Parker agar medium.

J

Jen HD, Wei LC, Choung TW, Chung CY (2017) Essential and toxic metals in animal bone broths. Food Nutr Res 61(1):1347478.

Jensen, C., et al. (2014). Lipid behavior and stability in meat systems during cooking. (Food Chemistry / Meat Science – article details to complete).

Jia, R., Yang, Y., Liao, G., Gu, D., Yang, Y., & Wang, G. (2024). Effect of stewing time on taste substances, fatty acids and volatile flavor compounds of chicken broth. Food Science of Animal Resources, 44(3), 651–661. https://doi.org/10.5851/kosfa.2024.e9

Jiang, S., Zhang, Y., Wang, Z.,&Li, H. (2024). Evaluating the effects of structural changes and lipid-protein interactions on the emulsion stability and turbidity of meat-based broths. LWT - Food Science and Technology, 198, 115942. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.115942

Journal Officiel de la République Algérienne. (2005). Journal officiel de la République Algérienne, n° 37. Alger : République Algérienne Démocratique et Populaire.

K

Khalid, W., Maggiolino, A., Kour, J., Arshad, M. S., Aslam, N., Afzal, M. F., Meghwar, P., Zafar, K.-u.-W., De Palo, P.,&Korma, S. A. (2023). Dynamic alterations in protein, sensory, chemical, and oxidative properties occurring in meat during thermal and non-thermal processing techniques: A comprehensive review. Frontiers in Nutrition, 9, 1057457. https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1057457

Kosečková, P., Kupcová, J.,&Zvonková, M. (2024). Cultural and sensory diversity of culinary broths worldwide. Journal of Culinary Science&Technology, 22(1), 45-58.

Kosečková, P., Zvěřina, O.,&Letková, K. (2024). Nutritional insights into broths in relation to elemental composition. European Food Research and Technology, 250, 2545–2551.

Kovaleva, O. A., Zdrabova, E. M., & Kireeva, O. (2021). Influence of heat-induced changes in meat proteins on the quality characteristics of the finished product. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 848. https://doi.org/10.1088/1755-1315/848/1/012050

Kranz, M., Hofmann, T., & Schieberle, P. (2018). Sensomics-Based Molecularization of the Taste of Pot-au-Feu, a Traditional Meat/Vegetable Broth. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 66(8), 1941–1955.

Kristbergsson, K.,&Oliveira, C. (2016). Culinary heritage and social practices: Transmission of traditional food knowledge. Journal of Ethnic Foods, 3(2), 85–93.

L

Larroche M., 1988. APRIA, INRA, Tec&Doc-Lavoisier, Paris.

Latimer, G. W. (Ed.). (2023). Official Methods of Analysis of AOAC International (22nd ed.). AOAC International. Oxford University Press.

LAWRIE R.A., 1966. In : Meat Science, ist ed., Pergamon Press, Oxford.

Lawrie R.A., 1985, Meat Sci. Pergamon Press, Oxford.

Lawrie, R. A., & Ledward, D. A. (2006). Lawrie's meat science (7th ed.). Woodhead Publishing.

Le Grand Larousse gastronomique (Éd. révisée). (2018). Larousse.

Lebret, Bénédicte, Prache, Sophie, BerrI, Cécile, lefèvre, Florence, Bauchart, Dominique, PICARD, Brigitte, CORRAZE, Geneviève, MÉDALE, Françoise, FAURE, Justine et ALAMI-DURANTE, Hélène, 2015. Qualités des viandes : influences des caractéristiques des animaux et de leurs conditions d'élevage. INRA Productions Animales. 2015. Vol. 28, n° 2, pp. 151. DOI 10.20870/productions-animales.2015.28.2.3022.

Lee, S., Park, Y., Park, S., Kim, Y.-A., Park, G.-R., & Kim, Y.-J. (2022). Effect of pH modulation on the physicochemical characteristics of chicken bone extract. Emirates Journal of Food and Agriculture. https://doi.org/10.9755/ejfa.2022.v34.i4.2800

Leistner, L. (2000). Basic aspects of food preservation by hurdle technology. International Journal of Food Microbiology, 55(1-3), 181-186.

Lepetit, J., Grajales, A., Favier, R., 2000. Meat Sci., 54, 239-250.

Li, Y., Fan, D., Zhao, Y., & Wang, M. (2020). Effects of quercetin and cinnamaldehyde on the nutrient release from beef into soup during stewing process. LWT, 131. https://doi.org/10.1016/J.LWT.2020.109712

Liu, Y., et al. (2020). Changes in nutrients and minerals during prolonged cooking of fish head soup.

López-Pedrouso, M., Zaky, A. A., Lorenzo, J. M., Camiña, M., & Franco, D. (2023). A review on bioactive peptides derived from meat and by-products: Extraction methods, biological activities, applications and limitations. Meat Science, 204, 109278.

Lorient, D.,&Labbé, J. P. :La viande et les produits carnés (Vitamines du groupe B).

M

MacLeod, G.,&Seyyedain-Ardebili, M. (1981). Natural and simulated meat flavors (with particular reference to beef). CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 14, 309–437. https://doi.org/10.1080/10408398109527309

MAY M.L., DIKEMAN M.E., SCHALLES R.R., 1975. Histology of exotic cross bovine muscles. J. Anim. Sci., 41,298.

McGee, H. (2004). On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen. New York, USA: Scribner.

McGruther J (2016) Broth and stock from the nourished kitchen: wholesome master recipes for bone, vegetable, and seafood broths and meals to make with them. Ten Speed Press, Berkeley

Mettler Toledo – Brix Meters. Consulté pour la définition et le principe du degré Brix.

Mirabella, N., Castellani, V., & Sala, S. (2014). Current options for the valorization of food manufacturing waste: A review [Options actuelles pour la valorisation des déchets de l'industrie agroalimentaire : Une revue]. Journal of Cleaner Production, 65, 28-39.

Monin, G. (1991). La qualité de la viande et des produits carnés. Paris : Technique et Documentation Lavoisier.

Monin, G. (1991).Facteurs biologiques des qualités de la viande bovine. INRA Productions Animales, 4(2), 151–160.

Monin, G., Talmant, A., Laborde, D., Zabari, M., & Sellier, P. (1987). Compositional and enzymatic characteristics of the Longissimus dorsi muscle from Large White and Piétrain pigs. Meat Science, 20(2), 149–158.

Monro JA. Leon R, Puri BK (2013) The risk of lead contamination in bone broth diets. Med Hypotheses 80(4):389-390.

Montanari, M. (2006). Food is culture: Cuisine and cultural identity. Columbia University Press, New York.

Mottram, D. S. (1998). Flavour formation in meat and meat products: A review. Food Chemistry, 62(4), 415–424.

Murata, S. (2022). Relationship between the lactic acid content and sour taste of broiler broth and the broth of Choshu-Kurokashiwa—a Japanese Jidori chicken. The Journal of Poultry Science, 59(1), 101-107. https://doi.org/10.2141/jpsa.0210131

Muriel&Ventanas (2004)

Muriel, E. et Ventanas, J. (2004). Influence des conditions de traitement sur les caractéristiques de qualité des produits de viande séchée. Meat Science, 68(2), 227-233.

Muriel, E.,&Ventanas, J. (2004). Salt diffusion and distribution in meat products during processing. (Journal details to complete).

N

Nam, J.-K., Kim, M.-R., Hyeon, J. E.,&Jang, H. W. (2026). Characterization of key volatile compounds in meat-based broths using HS-SPME-Arrow-GC/MS and their relationship to sensory perception. Food Chemistry: X, 34, Article 103601. https://doi.org/10.1016/j.fochx.2026.103601

National Institutes of Health. (2022). Vitamin B12: Fact sheet for health professionals . U.S. Department of Health and Human Services, Office of Dietary Supplements.

Ndao, S., Touré, N. N., Ndiaye, A., Tiréra, H., Diop, A., Ndiaye, B., Diop, Y. M.,&Sarr, S. O. (2023). Consommation et composition chimique des bouillons au Sénégal : risques associés. International Journal of Pharmaceutical Physico and Chemical Sciences, 12(18). https://doi.org/10.61585/pud-ijppna-v1i1a7

Nielsen, S. S. (2010). Analyse des aliments (4e éd.). Springer Science&Business Media.

Nielsen, S. S. (Ed.). (2017). Food Analysis (5th ed.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45776-5

Nishimura, T. (1998). Mechanism involved in the improvement of meat taste during postmortem aging . Food Science and Technology International, Tokyo, 4(4), 241-249.

NISHIMURA, T. (1998). The role of soluble components in meat flavor. Food Science and Technology International, 4(3), 175–178. https://doi.org/10.1177/108201329800400302

Nollet, L. M. L.,&Toldrá, F. (2010). Handbook of Meat Processing. Wiley-Blackwell.

Nowak, D.; Jakubczyk, E. The Freeze-Drying of Foods-The Characteristic of the Process Course and the Effect of Its Parameters on the Physical Properties of Food Materials. Foods 2020, 9, 1488. [Google Scholar]

Nuñez De Gonzalez, M. T., Hafley, B. S., Boleman, R. M., Miller, R. K., Rhee, K. S.,&Keeton, J. T. (2008). Antioxidant properties of dried plum ingredients in raw and precooked pork sausage. Meat Science, 80(4), 997–1003.

O

OMS. (2004). Directives sur l'enrichissement des aliments en micronutriments. Organisation mondiale de la Santé.

OUALI A., VALIN C., 1984. Principaux facteurs technologiques et biologiques influant sur le processus de maturation des viandes. Bull. Techn. CRZV Theix, INRA, 55,73-78.

P

Pakaweerachat, P.,&Chysirichote, T. (2024). Effects of broth pH and chilling storage on the changes in volatile profiles of boiled chicken flesh. Food Science of Animal Resources, 44(1), 134-149. https://doi.org/10.5851/kosfa.2024.e42

PALMER A.Z., 1963. Proceed. Meat Tenderness Symposium,Campbell Soup Co.,161.

Patel, R.P.; Patel, M.P.; Suthar, A.M. Spray drying technology: An overview. Indian J. Sci. Technol. 2009, 2, 44-47. [Google Scholar]

Pearson, A. M. (2003). Meat: Extracts. In B. Caballero (Ed.), Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (2nd ed., pp. 3812–3817). Academic Press

Pearson, A. M.,&Gillett, T. A. (1996).Viandes transformées (3e éd.). Springer

Pearson, D.. (1976). The Chemical Analysis of Foods (7th ed.). London, UK: Churchill Livingstone.

Picgirard, L. (2009). Cuisson industrielle des viandes : mécanismes et contraintes. Viandes&Produits Carnés, 27(6), 192–198.

Purslow, P. P. (2005). Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. Meat Science, 70(3), 435–447.

Purslow, P. P. (2005). Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. Meat Science, 70(3), 435–447.https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.06.028

Q

Qi, J., Li, X., Zhang, Y.,&Chen, F. (2022). Effect of short term frozen storage of raw meat on aroma retention of chicken broth. LWT – Food Science and Technology, 161, 113360. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643822004157

Qi, J., Zhang, Y., Li, X.,&Chen, F. (2021). Enhanced flavor strength of broth prepared from chicken following short term frozen storage. Food Chemistry, 338, 129678. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33812185/

R

RBII K., 2010, Formation d'agrégats de hauts poids moléculaires dans la gélatine et comportement en solution aqueuse. Thèse de doctorat en pathologie, toxicologie, génétique et nutrition. Université de Toulouse, 21-38.

Reineccius, G.A. The Spray Drying of Food Flavors. Dry. Technol. 2004, 22, 1289-1324.

Reiser K.M., Amigable M.A., Last J.A., Nonenzymatis glycation of type I collagen, J. Biol. Chem., 1992, 267-234, p. 24207.

RENAND G., 1988. Variabilité génétique de la croissance musculaire et conséquences sur les qualités de la viande chez les bovins. Prod. Anim., 1, 115-121.

Rennard BO, Ertl RF, Gossman GL, Robbins RA, Rennard SI (2000) Chicken soup inhibits neutrophil chemotaxis in vitro. Chest 118(4):1150-1157.

Ricardo-Rodrigues, S., Rouxinol, M. I., Agulheiro-Santos, A. C., Potes, M. E., Laranjo, M., & Elias, M. (2024). Potentiel antioxydant et antibactérien des huiles essentielles de thym et de clou de girofle pour la conservation des viandes — Une revue de la littérature. Applied Biosciences, 3(1), 87-101. https://doi.org/10.3390/applbiosci3010006

Riccardo-Rodrigues, S., Rouxinol, M. I., Agulheiro-Santos, A. C., Potes, M. E., Laranjo, M., & Elias, M. (2025). Valorization of Food By-Products into a Zero-Waste Broth: Effects of Yeast Extract on Composition and Sensory Properties. Molecules, 30.

Ross, A. C., Caballero, B., Cousins, R. J., Tucker, K. L., & Ziegler, T. R. (Eds.). (2014). Modern nutrition in health and disease (11e éd.). Lippincott Williams & Wilkins.

Roudaut H et Lefrancq E, (2005). Alimentation théorique. Doin éditeur, France, pp

S

Saha, D., & Bhattacharya, S. (2010). Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: A critical review [Les hydrocolloïdes comme agents épaississants et gélifiants dans les aliments : Une revue critique]. Journal of Food Science and Technology, 47(6), 587-597.

Saiful Ammar bin Zahrin, M., et al. (2025). Thermal dégradation of connective tissues and gelatinization kinetics during prolonged cooking of meat broths [Dégradation thermique des tissus conjonctifs et cinétique de gélatinisation pendant la cuisson prolongée des bouillons de viande]. International Journal of Food Properties, 28(1), 210-225.

Saiful Ammar bin Zahrin, W.R.W.I., Atan, E.H., Zainuddin, Z., & Abd Rashid, N.H. (2025). A review of gelatine : multifonctionnels additives in the food industry. Acta Sci. Pol. Technol.

Saketkhoo K, Januszkiewicz A, Sackner MA (1978) Effects of drinking hot water, cold water, and chicken soup on nasal mucus velocity and nasal airflow resistance. Chest 74(4):408-410.

Sanap, S. (2026). Taille, part, tendances de croissance et prévisions du marché mondial du bouillon de bœuf 2026–2034. 7th ed. Verified Market Reports. https://www.verifiedmarketreports.com/fr/product/beef-bouillon-market/ cosnulte le May 24

Sanchez, J., et al. (2011)."Freeze concentration technology: A review". Food Science and Technology International.

Sanjana, M. C., Hemegowda, R.,&Sushma, R. E. (2019). Aseptic Packaging – A Novel Technology to the Food Industry. International Journal of Trend in Scientific Research and Development, 3(3), 307–310

Schrieber, R., & Gareis, H. (2015). Gelatine handbook: Theory and industrial practice [. Wiley-VCH.

Science and Technology ; 2013, August. p. 4. Izmir Turkey.

Sedláčková H, Otoupal P (2009) Technologie přípravy pokrmů 1. Fortuna

Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2015). Phenolic and polyphenolic antioxidants in foods and natural health products: Antioxidant activity and mechanism of action. Journal of Functional Foods, 18, 820-843.

Shahidi, F., & Hossain, A. (2022). Le rôle des lipides et de l'oxydation lipidique dans la qualité et le goût des aliments. Food Production, Processing and Nutrition, 4, 1-17.

Silva, F. V. M.,&Gibbs, P. A. (2012). Thermal pasteurization requirements for the inactivation of Salmonella in foods. Food Research International, 45(2), 695-699

Simal-Gandara, J., et al. (2021). Strategies for the valorization of agro-industrial by-products in a circular bioeconomy framework [Stratégies pour la valorisation des sous-produits agro-industriels dans le cadre d'une bioéconomie circulaire]. Trends in Food Science&Technology, 114, 123-135.

Sohail, A., Al-Dalali, S., Wang, J., Xie, J.,&al. (2022). Aroma compounds identified in cooked meat: A review. Food Research International, 157, 111385. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111385

Souci, S. W., Fachmann, W., & Kraut, H. (2016). Food composition and nutrition tables / Tables de composition et de valeur nutritive des aliments (8e éd.). Medpharm Scientific Publishers.

Springer.Nishimura, T. (1998). Mechanism involved in the improvement of meat taste during cooking. Food Science and Technology International, 4(4), 241–246.

Stadnik, J. (2024). Nutritional value of meat and meat products and their role in human health. Nutrients, 16, 1446. https://doi.org/10.3390/

Stone, H., & Sidel, J. L. (2004). Pratiques d'évaluation sensorielle (3e éd.). Academic Press.

Su, L., Li, H., Xin, X., Duan, Y., Hua, X.,&Jin, Y. (2013). Muscle fiber types, Characteristics and Meat quality. Advanced Materials Research, 634-638, 1263-1267

Suman, S., Nair, M., Joseph, P.,&Hunt, M. (2016). Factors influencing internal color of cooked meats.. Meat science, 120, 133-144 . https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.006

Suman, S., Nair, M., Joseph, P.,&Hunt, M. (2016). Factors influencing internal color of cooked meats.. Meat science, 120, 133-144 . https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.006

Svoboda J (2017) Dolní Věstonice-Pavlov: Místo: JižníMorava: Čas: 30000 let. 2 updated. Regionální muzeum Mikulov. ISBN 978-80-85088-49-6

T

This, H. (2010). Histoires chimiques de bouillons et de pot-au-feu. L'Actualité Chimique, (346), 14-22. https://new.societechimiquedefrance.fr/wp-content/uploads/2019/12/2010-346-nov.-p.14-This-HD.pdf

This, H. (2022). Cuisson d'une viande ? La coagulation avant tout… https://lyon-saveurs.fr/cuisson-dune-viande-la-coagulation-avant-tout-herve-this/ consulte le 19 avril

This, H.,&Bram, G. (2001). L'extrait de viande. Dans L'Europe des découvertes. Éditions Le Pommier ; Fondation La main à la pâte. https://fondation-lamap.org/sites/default/files/sequence_pdf/l-extrait-de-viande.pdf

Tkacz, K., et al. (2022). Effects of thermal processing on lipid migration in meat tissues. (Journal details to complete).

Toldrá, F. (2006). Meat: Chemistry and biochemistry. In F. Toldrá (Ed.), Handbook of food science, technology, and engineering. CRC Press.

Toldrá, F. (2017). Lawrie's Meat Science (8th ed.). Woodhead Publishing.

Toldrá, F. (2021). Handbook of Meat Processing (3rd ed.).

Tornberg, E. (2005). Effects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products. Meat Science, 70(3), 493–508.

Tornberg, E. (2005). Effets de la chaleur sur les protéines de la viande - Implications sur la structure et la qualité des produits carnés. Meat Science, 70(3), 493-508.

Turpaud, L. (1910). Étude chimique sur les bouillons d'alimentation et les extraits de viande. Thèse de doctorat, Université de Paris, Édit. Analytic.

Turpaud, M. (1910). Analyse des produits alimentaires : méthodes d'extraits secs. Paris : Librairie J.-B. Baillière.

Tvaroška, I. (2024). Glycosylation Modulates the Structure and Functions of Collagen: A Review. Molecules, 29(7), 1417.

U

United States Department of Agriculture. FoodData Central. 2019.

V

Valarezo, E., Ledesma-Monteros, G., Jaramillo-Fierro, X., Radice, M., & Meneses, M. A. (2025). Application antioxydante de l'huile essentielle de clous de girofle (Syzygium aromaticum) dans la viande et les produits carnés : une revue systématique. Plants, 14(13), 1958. https://doi.org/10.3390/plants14131958

Veisseyre R, (1979). Technologie du lait, constitution, récolte, traitement et transformation du lait 3éme édition Firmin-Didot, Paris.

Venia, Y., Suharyanto, S., & Santoso, U. (2024). Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Karakteristik Bekasam Daging Sapi. Buletin Peternakan Tropis. https://doi.org/10.31186/bpt.5.1.40-45

Vidal. (2019). Quels sont les effets de la cuisson ? EurekaSanté. https://www.vidal.fr/sante/nutrition/choisir-preparer-aliments/cuire-aliments-preserver-qualite/effets-cuisson.html

W

Wang, J., Li, X., Zhang, Y.,&Liu, D. (2025). Synergistic effects of mixed meat bases (beef, pork, and chicken) on the generation of volatile flavor compounds and sensory perception of complex broths. Food Chemistry, 468, 141210.

Wang, K., Li, G., & Zhang, B. (2018). Opposite results of emulsion stability evaluated by the TSI and the phase separation proportion. Colloids and Surfaces A : Physicochemical and Engineering Aspects, 558, 402–409.

Wang, L., Qiao, K., Duan, W., Zhang, Y., Xiao, J.,&Huang, Y. (2020). Comparison of taste components in stewed beef broth under different conditions by means of chemical analyzed. Food Science&Nutrition, 8(2), 955-965. https://doi.org/10.1002/fsn3.1376

Wang, R., Liu, Y.,&Sun, D. (2020). Optimization of beef broth processing technology and analysis of soluble proteins and peptides. Journal of Food Biochemistry, 44(8), e13317. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7455977/

Wang, X., et al. (2016). Methods for evaluating stability and sedimentation in food suspensions. Journal of Food Science and Technology.

Wang, X.,&Shahidi, F. (2021). Lipid oxidation and flavor formation in meat and meat products: A review. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 69(34), 9477-9492

Wang, Y., Ren, Y., Zhang, Y., Yang, Z., Guo, J.,&Liu, G. (2024). Formation and regulation strategies for volatile off-flavor compounds in livestock meat, poultry meat, and their products: A comprehensive review. Trends in Food Science&Technology, 152, 104689.

Wang, Y., Zhang, H., Cui, J., Gao, S., Bai, S., You, L., & Wang, S. (2025). Effect of boiling time on color, water distribution, protein secondary structure, and key volatile compounds of boiled beef. Foods, 14(9), 1372. https://doi.org/10.3390/foods14091372

White, halothane-positive and halothane-negative Pietrain,and Hampshire pigs. Meat Sci., 16, 307-316.

Wiley-Blackwell.Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). Food Chemistry (4th ed.).

Woo, M.W. Chapter 2-Spray drying for food powder production. In Handbook of Food Powders: Processes and Properties; Bhandari, B., Bansal, N., Zhang, M., Schuck, P., Eds.; Woodhead Publishing Limited: Cambridge, UK, 2013; pp. 29-56.

Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A. V., Nute, G. R., Sheard, P. I., Richardson, R. I.&Whittington, F. M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. Meat Science, 78(4), 343-358.

Wosicka-Frąckowiak, H., Poniedziałek, K., Woźny, S., et al. (2024). Collagen and Its Derivatives Serving Biomedical Purposes: A Review. Polymers, 16(18), 2668.

X

Xu, Y., et al. (2023). Thermal effects on lipid distribution and stability in muscle foods. (Journal details to complete).

Y

Yamaguchi, S.,&Ninomiya, K. (2000). Umami and food palatability [L'umami et la palatabilité des aliments]. The Journal of Nutrition, 130(4), 921S-926S.

Yang, Z., Cai, J., Boateng, E. F., Xing, L.,&Zhang, W. (2023). Insight into antioxidant activity and peptide profile of Jinhua ham broth peptides at different cooking times. Antioxidants, 12(3), 606. https://doi.org/10.3390/antiox12030606

Yashin, Y., Yashin, A., Xia, X.,&Nemzer, B. (2017). Antioxidant activity of spices and their impact on human health. Antioxidants, 6(3), 70.

Yudhana, A., Septiyani, R., Mufandi, I., Rosyady, P. A., Husein, M., & Abdullatif, L. I. M. (2022). A portable device based on an electrical conductivity sensor for the detection of monosodium glutamate (MSG) in soupy foods. Instrumentation Mesure Métrologie. https://doi.org/10.18280/i2m.210305

Z

Zell, M., Lyng, J. G., Cronin, D. A., & Morgan, D. J. (2009). Ohmic heating of meats: Electrical conductivities of whole meats and processed meat ingredients. Meat Science, 83(3), 563–570. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.07.005

Zhang, Q., Hang, Y., Qi, J., Liu, C.,&Zhang, J. (2025). Operational parameters and key characteristics of amino acids and flavor compounds profiles of bovine bone clear and white broths. Food Chemistry, 462, 140980. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.140980

Zhang, Y., Liu, J., et al. (2024). Deciphering the Wound-Healing Potential of Collagen Peptides and the Molecular Mechanisms: A Review. Journal of Agricultural and Food Chemistry.

Zhu, Y., Li, J., Wang, H.,&Chen, S. (2024). Enhancing emulsification of meat broth system by modification of collagen structure. Food Chemistry: X, 23, 101048. htt International Organization for Standardization (ISO). (1974). ISO 2917:1974. Meat and meat products — Measurement of pH (Reference method). Geneva, Switzerland: ISO.

Zia-ur-Rehman, S., Samreen, S., & Shah, W. H. (2003). Effect of cooking method and length of cooking time on nutritive value of various bean broths.

ANNEXES

Annexe I :

Tableau 1 : composition quantitative des ingrédients pour la préparation du bouillon de *Khliaa Ezir*

Ingrédients	Quantité
Viande désossée	0.9 g
Eau	2 L
Sel	81 g
Carvi	13.5g
Coriandre	27 g
Ail frais moulu	18 g

Annexe II : Protocoles de préparation des milieux de culture microbiologiques

Préparation des milieux de culture

Avant la préparation, le pH de l'eau distillée a été ajusté aux valeurs requises selon les recommandations microbiologiques et les instructions des fabricants (norme ISO 11133 :2014). Les milieux de culture utilisés pour les analyses microbiologiques ont ensuite été préparés conformément aux recommandations des fabricants et aux normes ISO correspondantes. Les quantités nécessaires de milieux déshydratés ont été pesées, puis dissoutes dans de l'eau distillée, en agitant et en chauffant jusqu'à dissolution complète. Après homogénéisation, les milieux ont été stérilisés à l'autoclave à 121 °C pendant 15 minutes. Une fois refroidis à la température appropriée, ils ont été coulés aseptiquement dans des boîtes de Pétri stériles ou répartis dans des tubes, selon les besoins des analyses microbiologiques.

Tableau 2: caractéristiques de préparation et d'utilisation des différents milieux de culture

Milieux de culture	Qualité du milieu (g)	Volume d'eau distillée (mL)	Utilisation /Flore ciblée
PCA	11,75	500 ml	Flore aérobie
Brid Parker agars	31.5 g	500 ml	Staphyloccus
L'eau Peptoné	12.5	500 ml	Salmonella (pré-enrichissement)
Bouillon RVC	2.3	277.5	Salmonella (enrichissement)
Hektoen	38.335	500 ml	Salmonella (Isolement)



Figure 01: Préparation et stérilisation des milieux de culture.

Annexe III : Fiche d'évaluation sensorielle du bouillon de *Khliaa Ezir*

Questionnaire d'analyse sensorielle — Coproduit : bouillon de viande *Khliaa Ezir*

• Nom et prénom : _____	• Date : ____ / ____ / _____
• Sexe : _____	• Code échantillon : _____
• Âge : _____	

Veuillez indiquer SVP votre perception pour chaque echantillonpar croix,sur les differentes echelles d'intensiteproposees. Attribuez une note d'intensite comprise entre 0 (absence)et 10(tres intense).

1— APPARENCE (PERCEPTION VISUELLE) *Évaluez l'apparence et notez l'intensité perçue pour chaque attribut :*

• **Couleur :** observation de la teinte du bouillon de viande khliaa Ezir.

Jaune pâle |----------| Brun foncé

• **Limpidité :** Degré de transparence du bouillon de viande khliaa Ezir.

Très Trouble |----------| Parfaitement limpide

• **Brillance :** Éclat du liquide et réflexion de la lumière en surface.

Mat |----------| Très brillant

• **Viscosité :** Épaisseur du bouillon qui détermine s'il coule facilement comme l'eau ou reste épais comme du sirop.

aqueuse |----------| Très visqueux

2— ODEUR ET ARÔME

Flairez et notez sur une échelle l'intensité de l'odeur perçue :

• **Intensité olfactive globale**

Inodore |----------| Très puissant

• **Épicé :**

Néant |----------| Très forte

• **Rance :** Odeur désagréable d'oxydation des graisses.

Néant |----------| Très fort

• **Alliacé :** Note d'odeur rappelant l'ail.

Néant |----------| Très forte

• **Viande cuite :**

Néant |----------| Très forte

• **Métallique :** Sensation âpre évoquant le fer ou le métal en bouche.

Néant |----------| Très forte

• L'arôme le plus persistant : .....

3— GOÛT

Dégustez et notez l'intensité du goût perçu :

• **Salé**

Absence ├----------┤ Très forte

• **Umami :** Perception savoureuse rappelant le bouillon de viande khliaa Ezir ressentie dans la bouche.

Absence ├----------┤ Très forte

• **Épicé / piquant**

Absence ├----------┤ Très forte

• **Alliacé :** Note d'odeur rappelant l'ail.

Absence ├----------┤ Très forte

• **Acide**

Absence ├----------┤ Très forte

• **Persistance gustative :** durée des arômes qui restent en bouche après la dégustation.

Courte ├----------┤ Longue

4— TEXTURE ET ASPECT

Évaluez la texture et l'aspect et notez l'intensité de l'attribut perçu :

• **Onctuosité :** sensation crémeuse et riche en bouche, comme du velours liquide plutôt qu'un liquide fin.

Fluide / eau ├----------┤ Très onctueux

• **Gras en bouche :** sensation de film gras sur la langue.

Néant ├----------┤ Intense

• **Granulosité :** présence de petites particules solides qui roulent ou se détachent entre les dents.

Lisse ├----------┤ Granuleux

5— ÉCHELLE HÉDONIQUE

• **Acceptation globale :** Quelle est l'appréciation globale du produit ?

Je n'aime pas du tout ├----------┤ **J'aime extrêmement**

• **Qu'est-ce que vous préférez dans ce bouillon ?**

Couleur [ ] Odeur [ ] Texture [ ] Goût [ ]

• **Comparaison : ce bouillon ressemble-t-il à un produit déjà goûté ?**

[ ] Oui, lequel : _____

[ ] Totalement nouveau pour moi

Commentaires :

Annexe III: Bulletin d'analyses sensorielles du bouillon de cuisson de *Khliaa Ezir*

Tableau 01: Liste des attributs sensoriels retenus pour l'évaluation du bouillon de *Khliaa Ezir*, leurs définitions.

Attribut sensoriel	Définition
Couleur	Observation de la teinte du bouillon de viande Khliaa Ezir.
Limpidité	Degré de transparence du bouillon de viande Khliaa Ezir.
Brillance	Éclat du liquide et réflexion de la lumière en surface.
Hétérogénéité	Présence de dépôts d'épices ou de gouttelettes de gras en surface.
Intensité olfactive globale	Évaluation de la puissance globale de l'odeur perçue lors du flairage.
Épicé (Odeur)	Note aromatique caractérisée par la perception des épices utilisées.
Rance (Odeur)	Odeur désagréable résultant de l'oxydation des graisses.
Gras / huileux (Odeur)	Perception olfactive liée à la richesse en matières grasses.
Alliacé (Odeur)	Note d'odeur rappelant spécifiquement l'ail.
Viande cuite (Odeur)	Note olfactive caractéristique rappelant l'arôme de la viande d'origine.
Métallique (Odeur)	Sensation âpre évoquant le fer ou le métal en bouche.
Salé	Sensation gustative fondamentale due à la présence de sel.
Umami	Perception savoureuse rappelant le bouillon de viande Khliaa Ezir.
Piquant	Sensation de chaleur provoquée par les épices.
Alliacé (Goût)	Note de goût rappelant spécifiquement l'ail.
Acide	Sensation gustative rappelant celle d'un acide.
Amer	Sensation gustative perçue sur l'arrière de la langue.
Gras / huileux (Goût)	Sensation liée à la richesse en matières grasses.
Persistance gustative	Durée des arômes qui restent en bouche après dégustation.
Viscosité	Épaisseur du bouillon.
Onctuosité	Sensation crémeuse et riche en bouche.
Gras en bouche	Sensation de film gras sur la langue.

Annexe IV : Questionnaire d'évaluation sensorielle du bouillon de cuisson de *Khliaa Ezir*

Questionnaire ;

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSffCsYeqDH2SC4u0Ap5U13ZVMFP7ZKZBaKYwya1FEkBDOjluw/viewform?usp=header

Questionnaire d'enquête : Valorisation du bouillon de cuisson de Khaliaa Ezir (خليع الزير)

Dans le cadre d'une étude sur la valorisation du patrimoine culinaire, nous menons une enquête sur les usages du bouillon de cuisson d'un produit carné traditionnel algérien Khliaa Ezir. Votre participation nous aidera à mieux comprendre les habitudes de consommation de ce co-produit en vue de sa valorisation alimentaire.

Khliaa Ezir traditionnel / لحم خليع الزير التقليدي



Partie 1 : Informations générales

1. Sexe

- Femme
- Homme

2. Âge

- 18–24 ans
- 25–34 ans
- 35–49 ans
- \ge 50 ans

3. Résidence

Zone :

- Est
- Centre
- Ouest
- Sud
- Hors Algérie

Wilaya :[.....]

Milieu :

- Urbain
- Rural

4. Niveau d'instruction

- Illettré
- Primaire
- Moyen
- Secondaire
- Universitaire

Autre : .....

5. Connaissez-vous Khliaa Ezir ?

- Oui
- Non

6. Khliaa Ezir est-il encore préparé actuellement dans votre entourage ?

- Oui
- Non

7. Dans quelles occasions est-il préparé ?

- Aïd El Adha
- Fêtes familiales
- Saison spécifique
- Événement particulier
- Autre : .....

8. À quelle fréquence est-il consommé ?

- Toujours
- Régulièrement
- Souvent
- Occasionnellement (fêtes, événements)
- Rarement
- Jamais

9. Avec quelle viande vous le préparez ?

- Viande bovine
- Viande ovine
- Viande cameline
- Viande caprine

Partie 2 : Habitudes de consommation et usages culinaires

10. Consommez-vous du bouillon de viande en général ?

- Oui
- Non

11. Lorsque vous cuisinez des plats traditionnels, utilisez-vous des bouillons ?

- Préparés à l'état frais
- Industriel (cubes ou preparations prêtes à l'emploi)

12. Pour les bouillons préparés à l'état frais, quelle est leur composition ?

- À base de viande et ou/ os
- Eau et épices seulement
- Combinaison de bouillon frais et industriel
- Eau de marinade de viande
- Autre : .....

13. Si vous utilisez des bouillons de commerce (bouillon cube, bouillon de volaille, ..etc), à quelle fréquence vous les utilisez ?

- À chaque repas
- Uniquement pour certains plats spécifiques
- Occasionnellement
- Rarement
- Jamais
- Autre : .....

14. Quels types de bouillons utilisez-vous le plus fréquemment ? (Plusieurs réponses possibles)

- Bouillon de volaille
- Bouillon de bœuf
- Bouillon de mouton/agneau
- Autre : .....

15. Avez-vous déjà consommé le bouillon de cuisson du Khliaa Ezir ?

- Oui
- Non

16. Lors de la préparation du Khliaa Ezir, que faites-vous de son bouillon de cuisson résiduel ?

- Je le jette systématiquement
- Je l'utilise immédiatement dans une autre préparation culinaire
- Je le conserve pour un usage ultérieur
- Je le partage avec mon entourage familial
- Autre : .....

17. Si vous conservez le bouillon de cuisson du Khliaa Ezir pour un usage ultérieur, où le conservez-vous ?

- Au réfrigérateur / frigo
- Au congélateur
- Autre : .....

18. Si vous utilisez le bouillon de cuisson du Khliaa Ezir, pour quels usages l'utilisez-vous ? (Plusieurs choix possibles)

- Soupe / Chorba
- Sauce pour plats traditionnels (Couscous, Chakhchoukha, Rechta... etc.)
- Trempage du pain

- Assaisonnement culinaire
- Autre : .....

19. À quelle fréquence utilisez-vous ce bouillon ?

- Toujours
- Régulièrement
- Souvent
- Parfois
- Rarement
- Jamais

20. Pourquoi utilisez-vous ce bouillon ? (Plusieurs choix possibles)

- Pour son goût prononcé / caractéristiques sensorielles
- Par habitude familiale ou traditionnelle
- Pour éviter le gaspillage
- Pour ses qualités nutritionnelles perçues
- Autre : .....

21. Si vous ne l'utilisez pas, quelles sont les principales raisons ? (Plusieurs choix possibles)

- Trop gras
- Trop salé
- Odeur trop prononcée
- Saveur piquante
- Flaveur spéciale
- Crainte liée à l'hygiène ou à la conservation
- Je ne le connais même pas
- Je ne sais pas comment l'utiliser
- Autre : .....

Partie 3 : Perception sensorielle et nutritionnelle

22. Comment jugez-vous le goût et l'arôme du bouillon de Khliaa Ezir ?

( ) Très prononcé

( ) Équilibré

( ) Faible

23. Comment jugez-vous sa teneur en sel ?

( ) Trop salé

( ) Correct

( ) Insuffisamment salé

24. Comment jugez-vous l'odeur du bouillon de Khliaa Ezir ?

( ) Très agréable

( ) Agréable

( ) Peu agréable

( ) Désagréable

25. Comment jugez-vous la couleur du bouillon de Khliaa Ezir ?

( ) Très agréable

( ) Agréable

( ) Peu agréable

( ) Désagréable

26. Comment jugez-vous la couleur du bouillon de Khliaa Ezir ?

( ) Très foncée

( ) Foncée

( ) Moyenne

( ) Claire

( ) Très clair

27. Comment jugez-vous sa texture ?

( ) Très grasse

( ) Équilibrée

( ) Trop liquide

28. Pensez-vous que ce produit possède une valeur nutritionnelle intéressante ?

( ) Oui

( ) Non

( ) Je ne sais pas

( ) Autre : .....

Partie 4 : Valorisation et commercialisation**

29. Pensez-vous que ce produit mérite une valorisation industrielle ?

( ) Oui

( ) Non

30. Seriez-vous prêt(e) à acheter ce produit s'il sera commercialisé ?

( ) Oui

( ) Non

( ) Peut-être

31. Sous quelle forme préféreriez-vous ce produit ?

Liquide

Poudre Déshydratée

Cube industriel

Pâte concentrée

Autre : .....

32. Quel argument vous inciterait le plus à l'acheter ? (Plusieurs choix possibles)

[] Produit naturel

[] Gain de temps en cuisine

[] Goût traditionnel authentique

[] Valeur nutritionnelle

[] Facilité d'usage

[] Évite le gaspillage

[] Autre : .....

33. Avez-vous des suggestions pour valoriser ou utiliser ce produit ?

[.....

]34. Souhaitez-vous recevoir les résultats de ce questionnaire ? Si oui, veuillez laisser votre adresse e-mail ci-dessous

RESUME

Résumé

Cette étude a eu pour objectif d'évaluer l'effet du temps de cuisson sur les caractéristiques du bouillon de cuisson issu de la préparation du *Khliaa Ezir*, et de le caractériser sur les plans physicochimique, microbiologique, sensoriel et technologique, afin d'apprécier sa qualité et son potentiel de valorisation. Cinq lots de *Khliaa Ezir* ont été préparés à partir de viande bovine, et des prélèvements de bouillon ont été effectués au cours de la cuisson à différents temps (T_{30min} ; T_{60min} ; T_{90min}). Les résultats ont montré que le temps de cuisson influence significativement ($p < 0.05$ les caractéristiques du bouillon, en raison des phénomènes d'extraction des composés solubles de la viande et de la concentration liée à l'évaporation de l'eau. Cette évolution s'est traduite après 90 min de cuisson par une diminution du pH à 5,61 et une augmentation de l'acidité, de la densité, du degré Brix et de la conductivité a T90 min, reflétant un enrichissement progressif du bouillon en substances dissoutes. Les analyses biochimiques ont montré qu'a la fin de cuisson, le bouillon présente une matière sèche de 4,12 %, une teneur en protéines de 0,90 %, une faible teneur en lipides (0,21 %) et une forte concentration en sels minéraux, principalement liée au chlorure de sodium (2,52 %), tout en conservant une faible valeur énergétique (6,85 kcal/100 g). D'un point de vue microbiologique, aucun germe recherché a été détecté, ce qui indique une bonne qualité sanitaire du produit. De plus, le bouillon présente une bonne stabilité physique avec un indice de 96,56 % après 14 jours de conservation à 4 °C, même si une légère sédimentation a été observée. Un essai de valorisation par déshydratation a 60°C pendant 6 h permis d'obtenir un bouillon sous forme de poudre et de cube, bien que le rendement obtenu (3,2 %) demeure faible. Concernant l'analyse sensorielle, le bouillon a obtenu une bonne acceptabilité globale avec une note de 7,8/10, caractérisée par un profil aromatique et gustatif apprécié.

Une enquête réalisée auprès de 44 consommateurs a montré que ce bouillon est principalement connu dans certaines régions de l'Est algérien, notamment à Constantine et à Skikda, mais demeure peu valorisé. Toutefois, la majorité des répondants s'est montrée favorable à sa commercialisation sous des formes pratiques, notamment en poudre ou en cube

Ainsi, les résultats obtenus montrent que le bouillon de *Khliaa Ezir* possède des caractéristiques intéressantes sur les plans physicochimique, microbiologique et sensoriel. Il pourrait donc être valorisé comme ingrédient alimentaire, notamment dans la formulation de nouveaux produits tels que des bases culinaires ou des exhausteurs de goût.

Mots clés :bouillon de viande, *Khliaa Ezir*, propriétés sensorielles, temps de cuisson, valorisation.

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of cooking time on the characteristics of the broth produced during the preparation of *Khliaa Ezir*, and to characterize it physiochemically, microbiologically, sensorially, and technologically, in order to assess its quality and potential for further development. Five batches of *Khliaa Ezir* were prepared from beef, and broth samples were taken during cooking at different times (30 min, 60 min, and 90 min). The results showed that cooking time significantly ($p < 0.05$) influences the characteristics of the broth, due to the extraction of soluble compounds from the meat and the concentration resulting from water evaporation. This evolution resulted, after 90 minutes of cooking, in a decrease in pH to 5.61 and an increase in acidity, density, Brix level, and conductivity at T90 min, reflecting a progressive enrichment of the broth with dissolved substances.

Biochemical analyses showed that at the end of cooking, the broth had a dry matter content of 4.12%, a protein content of 0.90%, a low lipid content (0.21%), and a high concentration of mineral salts, primarily sodium chloride (2.52%), while maintaining a low energy value (6.85 kcal/100 g). From a microbiological point of view, no germs searched for were detected, indicating good sanitary quality of the product. Furthermore, the broth exhibited good physical stability with an index of 96.56% after 14 days of storage at 4°C, although slight sedimentation was observed. A dehydration trial at 60 °C for 6h yielded a bouillon in powder and cube form, although the yield (3.2%) remained low. Sensory analysis showed good overall acceptability with a score of 7.8/10, characterized by a pleasing aromatic and flavor profile.

A survey of 44 consumers revealed that this bouillon is primarily known in certain regions of eastern Algeria, particularly Constantine and Sikka, but remains underutilized. However, the majority of respondents expressed support for its commercialization in convenient forms, such as powder or cubes.

Thus, the results demonstrate that *Khliaa Ezir* bouillon possesses interesting physicochemical, microbiological, and sensory characteristics. It could therefore be used as a food ingredient, particularly in the formulation of new products such as culinary bases or flavor enhancers.

Keywords: cooking time, *Khliaa Ezir*, meat broth,sensory properties, valorization.

ملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم تأثير مدة الطهي على خصائص المرق الناتج أثناء تحضير خليع الزير، وتوصيفه فيزيائيًا وكيميائيًا ومكروبيولوجيا وحسيًا وتقنيًا، وذلك لتقييم جودته وإمكانية تطويره. تم تحضير خمس دفعات من خليع الزير من لحم البقر، وأُخذت عينات من المرق أثناء الطهي في أوقات مختلفة (30 دقيقة، 60 دقيقة، و90 دقيقة). أظهرت النتائج أن مدة الطهي تؤثر بشكل كبير($p < 0.05$) على خصائص المرق، نتيجةً لاستخلاص المركبات الذائبة من اللحم وزيادة تركيزها بسبب تبخر الماء. وقد أدى هذا التطور، بعد 90 دقيقة من الطهي، إلى انخفاض في الرقم الهيدروجيني إلى 5.61 وزيادة في الحموضة والكثافة ودرجة بريكس والناقلية الكهربائية عند 90 دقيقة، مما يعكس إثراءً تدريجيًا للمرق بالمواد الذائبة.

أظهرت التحليلات البيوكيميائية أن المرق، بعد الطهي، احتوى على نسبة مواد جافة بلغت 4.12%، ونسبة بروتين بلغت 0.90%، ونسبة دهون منخفضة (0.21%)، وتركيز عالٍ من الأملاح المعدنية، وخاصة كلوريد الصوديوم (2.52%)، مع الحفاظ على قيمة طاقة منخفضة (6.85 سعر حراري/100 غرام). من الناحية المكروبيولوجية، لم يتم الكشف عن أي من الجراثيم التي تم البحث عنها ، مما يدل على جودة صحية جيدة للمنتج. علاوة على ذلك، أظهر المرق ثباتًا فيزيائيًا جيدًا بنسبة 96.56% بعد 14 يومًا من التخزين عند 4 درجات مئوية، على الرغم من ملاحظة ترسب طفيف. أسفرت تجربة التجفيف عند درجة حرارة 60 درجة مئوية لمدة 6 ساعات عن الحصول على مرق على شكل مسحوق ومكعبات، إلا أن نسبة المردود (3.2%) ظلت منخفضة. أظهر التحليل الحسي قبولًا عامًا جيدًا بدرجة 10/7.8، تميزت بنكهة ورائحة زكية.

أظهر استطلاع رأي شمل 44 مستهلكًا أن مرق "خليعة عزير" معروف بشكل أساسي في مناطق معينة من شرق الجزائر، لا سيما قسنطينة وسكيكدة، ولكنه لا يزال غير مستغل على نطاق واسع. ومع ذلك، أعربت غالبية المشاركين عن تأييدها لتسويقه بأشكال ملائمة، مثل المسحوق أو المكعبات.

وبذلك، تُظهر النتائج أن مرق "خليعة عزير" يتمتع بخصائص فيزيائية وكيميائية ومكروبيولوجية وحسية مميزة. لذا، يمكن استخدامه كمكون غذائي، وخاصة في تركيب منتجات جديدة مثل قواعد الطهي أو محسنات النكهة.

الكلمات المفتاحية: التثمين ، الخصائص الحسية، خليع الزير، مرق اللحم، وقت الطهي .

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement
Supérieur etde la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955 - SKIKDA -
Faculté des Sciences كلية العلوم
Dpartement D' Agronomie قسم علوم الفلاحة
Réf : / D S AGRO/20262026 / ق ع ف /

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة 20 أوت 1955- سكيكدة

Skikda le : 08/07/2026

Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master

Je soussigné(e) : DJEFFAL Samia Président(e) de Jury

Certifie que L'étudiant(e) : ZAIR AMINA

Spécialité : Agroalimentaire et qualité des produits

Intitulé : Caractérisation physicochimique, technologique et sensorielle d'un bouillon de cuisson traditionnel en vue de sa valorisation alimentaire

A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

Directeur de mémoire	Président(e) de Jury
Dr. BECHIRI Loubna	Pr. DJEFFAL Samia

الجمـــهوريـة الجزائـــريـة الديمقراطية الـشعبيـــة.
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement
Supérieur etde la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955 - SKIKDA -
Faculté des Sciences كلية العـلـوم
Dpartement D' Agronomie قسم علوم الفلاحة
Réf : / D S AGRO/20262026 / ق ع ف /

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة 20 أوت 1955- سكيكدة

Skikda le : 08/07/2026

Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master

Je soussigné(e) : DJEFFAL Samia Président(e) de Jury

Certifie que L'étudiant(e) : REMITA Ahlem

Spécialité : Agroalimentaire et qualité des produits

Intitulé : Caractérisation physicochimique, technologique et sensorielle d'un bouillon de cuisson traditionnel en vue de sa valorisation alimentaire

A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

Directeur de mémoire	Président(e) de Jury
Dr. BECHIRI Loubna	Pr. DJEFFAL Samia

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement
Supérieur etde la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955 - SKIKDA -
Faculté des Sciences كلية العلوم
Dpartement D' Agronomie قسم علوم الفلاحة
Réf : / D S AGRO/20262026ج / ق ع ف

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة 20 أوت 1955- سكيكدة

Skikda le : 08/07/2026

Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master

Je soussigné(e) : DJEFFAL Samia Président(e) de Jury

Certifie que L'étudiant(e) : ARROUAG Khouloud

Spécialité : Agroalimentaire et qualité des produits

Intitulé : Caractérisation physicochimique, technologique et sensorielle d'un bouillon de cuisson traditionnel en vue de sa valorisation alimentaire

A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

Directeur de mémoire	Président(e) de Jury
Dr. BECHIRI Loubna	Pr. DJEFFAL Samia

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement
Supérieur etde la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955 - SKIKDA -
Faculté des Sciences كلية العلوم
Dpartement D' Agronomie قسم علوم الفلاحة
Réf : / D S AGRO/20262026 / ق ع ف /

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة 20 أوت 1955- سكيكدة

Skikda le : 08/07/2026

Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master

Je soussigné(e) : DJEFFAL Samia Président(e) de Jury

Certifie que L'étudiant(e) : KISSAR Naila

Spécialité : Agroalimentaire et qualité des produits

Intitulé : Caractérisation physicochimique, technologique et sensorielle d'un bouillon de cuisson traditionnel en vue de sa valorisation alimentaire

A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

Directeur de mémoire	Président(e) de Jury
Dr. BECHIRI Loubna	Pr. DJEFFAL Samia