

UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques**

Année : 2022



N° d'enregistrement :

/...../...../...../...../

THESE

**Pour l'obtention du Diplôme de Doctorat 3^{ème} Cycle
en Sciences Agronomiques.
Spécialité : Production Animale**

**Valorisation des déchets d'abattage du dromadaire :
Extraction de la gélatine à partir de la peau**

Présentée et soutenue publiquement
par :

M. REDJEB Ayad

Le/..../ 2022

Devant le jury composé de :

M. CHEHMA A/Madjid	Pr	U.K.M.Ouargla	Président
M. ADAMOUC A/Kader	Pr	U.K.M.Ouargla	Directeur de Thèse
Mme. BECILA Samira	Pr	INATA Constantine	Co-directrice de Thèse
M. BOUAL Zakaria	Pr	U.K.M.Ouargla	Rapporteur
M. EL-BOUYAHIAOUI Rachid	MR « A ».	INRAA Alger	Rapporteur
M. OULAD BELKHIR Amar	MC « A ».	U.K.M.Ouargla	Rapporteur

La présente Thèse de Doctorat est inscrite
dans le projet de partenariat International intitulé :

**Camel breeding systems: actors in the sustainable economic
development of the northern Sahara territories through innovative
strategies for natural Resource management and marketing.**



Entrant dans le cadre du programme **PRIMA**



Remerciement

J'adresse mes sincères et profonds remerciements à Monsieur **ADAMOU Abdelakder**, qui a encadré cette thèse, pour sa patience, sa bonne humeur, son sens de la responsabilité et son soutien permanent qui ont fait de ce doctorat une expérience très enrichissante et qui a rendu possible la fin heureuse de mes études, et qui j'en suis sûr, me seront bénéfiques dans les années futures.

Je tiens spécialement à remercier Madame **BECILA Samira**, Professeur à l'INATAA de Constantine, pour la co-direction de ma thèse, pour ses efforts, sa disponibilité, et surtout sa patience pour les corrections et ses conseils précieux.

J'ai eu la chance de pouvoir réaliser ce travail dans de très bonnes conditions, grâce notamment au laboratoire de bio-ressources Sahariennes (Préservation et Valorisation) qui a mis à ma disposition tous les moyens nécessaires pour mener à bien ces travaux. A ce titre, je tiens tout particulièrement à remercier le Professeur **SENOUSSI Abdelhakim**, pour m'avoir intégrée dans son équipe et pour son œil attentif sur l'avancement de mes travaux grâce aux nombreuses réunions de travail.

Je voudrais aussi remercier le Professeur **MONCEF Nasri** pour m'avoir permis d'effectuer mon stage au sein de son laboratoire de Génie Enzymatique et de Microbiologie (ENIS Sfax), pour son accueil et la confiance qu'il m'a accordé dès mon arrivée au laboratoire.

Je tiens à remercier vivement mon maître de stage, le Dr **JRIDI Mourad**, chef d'équipe au sein de Laboratoire de Génie Enzymatique et de Microbiologie, pour son accueil, le temps passé ensemble et le partage de son expertise au quotidien, pour toute l'aide et les nombreux conseils qu'il m'a prodigués tout au long de mon stage.

Je désire aussi remercier la technicienne de Laboratoire, **ZEKRI Jihen**, qui m'a fourni les outils nécessaires au bon déroulement de mon stage, qui m'avoir intégré rapidement au sein de l'équipe de recherche, et pour sa patience tout au long la durée de stage.

A Monsieur **CHEHMA Abdelmadjid**, je lui adresse mes remerciements pour l'intérêt qu'elle a témoigné à l'égard de ce travail, ainsi que pour ces commentaires avisés. Je tiens à lui exprimer mes sincères remerciements pour avoir accepté de présider ce jury de thèse.

Mes remerciements également à Monsieur **BOUAL Zakaria** (Professeur SNV UKM Ouargla), Monsieur **OULAD-BELKHIR Amar** (Maitre de conférence «A» SNV UKM Ouargla) et Monsieur **EL-BOUYAHIAOUI Rachid** (Maitre de recherche «A» INRAA Alger)

qui ont accepté d'évaluer et de juger ce manuscrit en qualité de Rapporteur. Je tiens à les remercier pour l'intérêt qu'ils ont accordé à la lecture de ce manuscrit et leur exprimer ma profonde gratitude.

Il me sera très difficile de remercier tout le monde car c'est grâce à l'aide de nombreuses personnes que j'ai pu mener cette thèse à son terme :

Je remercie toutes les personnes avec qui j'ai partagé mes études et notamment ces années de thèse.

Je remercie Mme **BABAHANI Souad**, directeur du laboratoire de bio-ressources sahariennes, préservation et valorisation ainsi que Mme **KACI Safia**, Monsieur **BOUZEGAG** Ismail et toute l'équipe de laboratoire.

Résumé

Ce travail de thèse a pour objectif d'étudier la situation de la filière peau cameline dans le Sahara Septentrional (cas des régions de Ouargla et d'El-Oued) outre l'optimisation des conditions d'extraction de la gélatine à partir de ce co-produit. Dans la perspective de situer la place des peaux camelines, des investigations ont touché les différents segments de la filière à savoir : les chameliers, les abattoirs et les collecteurs. Au cours de notre passage répété au sein de l'abattoir de la commune de Ouargla nous avons tenté d'estimer la production des peaux. 277 peaux ont fait l'objet d'examen visuel afin d'apprécier leurs qualités. L'abattoir de Ouargla génère jusqu'à 59,47 Tonnes, alors que le tonnage national peut atteindre les 794,2 tonnes pour la seule année 2018. A la lumière des résultats auxquels est parvenue l'étude, nous avons pu relever que les peaux camelines, dans le Sahara septentrional, ne sont pas considérées comme une source de revenu, mais sont abandonnées dans les abattoirs pour les jeter ou bien les céder au profit d'une main-d'œuvre africaine, alors que seulement une quantité infime est utilisée à des fins domestiques. L'étude a également indique que les peaux de dromadaire est de mauvaise qualité en raison de défauts liés à la morphologie de l'espèce, aux pratiques des chameliers (marquage au feu), au dépouillement (perforations, coutelures, la mauvaise parfente) et aux maladies cutanées. Par ailleurs, des conditions optimales pour l'obtention de gélatine de haute qualité ont été réalisées dans cette étude. Les résultats ont montré que le rendement en gélatine a augmenté de manière évidente, avec l'augmentation de la température et le temps d'extraction. Cependant, toutes les gélatines obtenues avaient des teneurs élevées en protéines (82,55-91,65 %). En outre, la force du gel est plus influencée par la température d'extraction que par le temps d'extraction. Les valeurs de la force de gel des gélatines obtenues à une température plus basse (60°C) sont plus élevées que celle des gélatines extraites à des températures plus élevées (70°C et 80°C). Tandis que les conditions d'extraction ont un effet important sur les paramètres de texture (TPA) et les propriétés fonctionnelles de la gélatine du dromadaire, où les valeurs de ces paramètres augmentent considérablement lorsque les conditions d'extraction sont plus douces. Sur la base des résultats obtenus, les peaux camelines pourraient être une source prometteuse de gélatine, utile dans de nombreux produits alimentaires et pharmaceutiques.

Mots clés : Valorisation, peau cameline, Sahara Septentrional, gélatine, optimisation.

ملخص

يهدف هذا البحث إلى دراسة وضعية شعبة جلود الإبل في الصحراء الشمالية (حالة منطقتي ورقلة والواد) بالإضافة إلى العمل على تحسين شروط استخلاص الجيلاتين من هذا المنتج. وبغية تحديد مكانة جلود الإبل، فقد لامست تحقيقاتنا مختلف الفاعلين في القطاع: مربو الجمال، المذابح وجامعي الجلود. خلال تردنا المتكرر إلى مسلخ بلدية ورقلة، حاولنا تقدير إنتاج الجلود حيث تم فحص 277 عينة لتقييم مواصفاتها الظاهرية. حيث يولد مذبح ورقلة لوحده ما يقارب 59.47 طنًا، بينما يمكن أن تصل الكمية الوطنية إلى 794.2 طنًا لعام 2018 وحده. في ضوء النتائج المتحصل عليها تمكنا من ملاحظة أن جلود الإبل في شمال الصحراء لا تعتبر مصدر دخل، ولكنها تُترك في المذابح ليتم رميها أو تركها لبعض المهاجرين الأفارقة، في حين يتم استخدام كمية ضئيلة فقط لأغراض منزلية. كما تشير الدراسة إلى أن جلود الإبل ذات جودة رديئة وذلك لعدة أسباب منها العيوب المتعلقة بمورفولوجيا الحيوان، بعض ممارسات مربو الإبل (الوسم بالنار) وعملية السلخ (التقوب، والجروح) والأمراض الجلدية. من جهة أخرى، تم في هذه الدراسة توفير الشروط المثلى للحصول على جيلاتين عالي الجودة من جلد الإبل. أوضحت النتائج أن مردود الجيلاتين زاد بشكل واضح مع زيادة درجة الحرارة وزمن الاستخلاص. ومع ذلك، فإن جميع الجيلاتين التي تم الحصول عليها كانت تحتوي على نسبة عالية من البروتين (82.55-91.65%). أيضًا، أظهرت النتائج أن قوة الهلام تتأثر بعامل درجة حرارة أكثر من عامل الزمن. تكون قيم قوة الجيلاتين المستخلص في درجة حرارة منخفضة (60 درجة مئوية) أعلى من تلك الموجودة في الجيلاتين المستخلص عند درجات حرارة مرتفعة (70 درجة مئوية و 80 درجة مئوية). في حين أن ظروف الاستخراج لها تأثير قوي على معايير البنية (TPA) والخصائص الوظيفية لجيلاتين الإبل، حيث تزداد قيم هذه المعايير بشكل كبير عندما تكون ظروف الاستخلاص أكثر اعتدالًا. بناءً على النتائج التي تم الحصول عليها، فإن جلود الإبل يمكن أن تكون مصدرًا واعدًا للجيلاتين، ومفيد في العديد من المنتجات الغذائية والصيدلانية.

الكلمات المفتاحية: التثمين، جلد الإبل، الصحراء الشمالية، الجيلاتين، التحسين

Abstract

This thesis work aimed to study the situation of the camel skin sector in the Northern Sahara (case of the regions of Ouargla and El-Oued) in addition to the optimization of the conditions for the extraction of gelatin from this co-product. To determine camel skin place, investigations were affected on the various segments of the sector, mainly: camel breeders, slaughterhouses and camel hide collectors. During our repeated visit to Ouargla slaughterhouse, we tried to estimate camel hide production. 277 skin were visually examined to assess its quality. 59,47 tons generated in Ouargla slaughterhouse, however the national production can reaches 794,2 tons in 2018. The results showed that camel hide, in the study area, is not considered as a source of income, but it was abandoned in slaughterhouses to be thrown away or to give them away to the profit from an African labor force, when only a tiny amount was used for domestic purposes. In addition the study revealed that camel hide were judged as a poor quality by-product due to defects related to the species morphology, camel breeders practices (branding), skinning (perforations, flay cut, bad pattern) and to skin diseases. Furthermore, optimal conditions for obtaining high quality gelatin were achieved in this study. The results showed that gelatin yield increased evidently with increasing temperature and extraction time. However, all the gelatins obtained had high protein contents (82.55-91.65%). Also, the strength of the gel is more influenced by the extraction temperature than by the extraction time. The gel strength values of gelatins obtained at a lower temperature (60°C) are higher than those of gelatins extracted at higher temperatures (70°C and 80°C). While the extraction conditions have a strong effect on the texture parameters (TPA) and the functional properties of camel gelatin, where the values of these parameters increase considerably when the extraction conditions are milder. Based on the results obtained, camel skins could be a promising source of gelatin, useful in many food and pharmaceutical products.

Keywords: valorisation, camel skin, Northern Sahara, gelatin, optimization.

Liste des tableaux

Tableau 1: Bilan mondial de la production en gélatine (Milliers de tonnes).....	19
Tableau 2: Type de collagène et constitution en fonction de la localisation	21
Tableau 3 : Comparaison des compositions types en acides aminés des gélatines de type A, de type B et du collagène ; exprimées en résidus pour 1000 résidus d'acides aminés.....	24
Tableau 4: Exemples de Blooms par application.....	27
Tableau 5 : Résidus chimiques présents	30
Tableau 6 : Critères microbiologiques	31
Tableau 7: Comparaison de la force de la gélatine obtenue par les deux modes d'extraction	40
Tableau 8 : Répartition des éleveurs enquêtés en fonction les communes	49
Tableau 9: Répartition des abattoirs enquêtés	50
Tableau 10: Répartition des collecteurs enquêtés	50
Tableau 11: Caractéristiques des dromadaires abattus	52
Tableau 12 : Répartition des abattages camelins dans les régions d'Ouargla et d'El-Oued...	57
Tableau 13: Poids de la peau pour chaque catégorie d'âge des groupes d'animaux étudiés..	61
Tableau 14: Estimation du tonnage de la peau cameline, dans l'abattoir d'Ouargla durant 2018.....	62
Tableau 15: Corrélations entre le poids de la peau, l'âge de l'animal et le poids de la carcasse	62
Tableau 16: Estimation de la production en peau cameline, aux niveaux régional et national	64
Tableau 17: Production des peaux animales en Algérie 2018	64
Tableau 18 : Marquage au feu chez le groupe, selon les classes d'âge	66
Tableau 19: Défauts liés à l'habillage.....	67
Tableau 20 : Défauts liés aux pathologies cutanées.....	68
Tableau 21: Les conditions de processus d'extraction de la gélatine	75
Tableau 22 : Compositions chimiques de la peau du dromadaire.....	82
Tableau 23: Le rendement de la gélatine cameline dans différentes conditions d'extraction	83
Tableau 24 : Composition chimique en fonction les différentes conditions d'extraction	84
Tableau 25 : La force de gel en fonction les différentes conditions d'extraction.....	87
Tableau 26 : La couleur de la gélatine cameline dans différentes conditions d'extraction	90

Tableau 27 : Analyse des paramètres de texture.....	92
Tableau 28 : Propriétés émulsifiantes des gélatines obtenues	95
Tableau 29 : Propriétés moussantes des gélatines obtenues	97
Tableau 30 : Capacité de rétention de l'eau et capacité d'absorption de l'huile des gélatines obtenues	100

Liste des Figures

Figure 1. Répartition géographique des dromadaires à l'échelle mondiale	6
Figure 2. Répartition géographique du cheptel camelin en Algérie	7
Figure 3. Evolution des effectifs Camelins mondiaux (x1000).....	9
Figure 4. Effectifs camelin dans les pays africains	10
Figure 5. Répartition de l'effectif camelin en Algérie en 2018.....	11
Figure 6. Evolution de l'effectif camelin (en nombres de têtes).	12
Figure 7: Source de la gélatine.....	18
Figure 8: Structure tridimensionnelle du collagène.	20
Figure 9 : Images montrant la structure fibreuse du collagène 63 constituant de base de la gélatine	22
Figure 10 : Produits de la dépolymérisation du collagène	25
Figure 11 : Variation du gonflement, en fonction du temps et de la taille des particules de la gélatine	28
Figure 12 : Effet du pH sur la variation de la viscosité pour la gélatine pure et pour la gélatine additionnée au sel	29
Figure 13 : Influence de la température et de la concentration sur la viscosité	29
Figure 14 : Procédé d'extraction de la gélatine.....	37
Figure 15 : Nouilles de gélatine	37
Figure 16 : Rendement d'extraction en fonction du ratio eau/matière collagénique.....	39
Figure 17: Situation géographique du Sahara septentrional.....	47
Figure 18: Effectif camelin dans le Sahara septentrional (2006-2012).....	48
Figure 19: Pesage de la peau.....	52
Figure 20: Devenir de la peau cameline.....	54
Figure 21: Prévalence des maladies cutanées de dromadaires, dans le Sahara septentrional .	56
Figure 22: Peaux morcelées après mise au feu	59
Figure 23: Morceaux des peaux emballés dans des sacs en toile de jute	59
Figure 24: Variation saisonnière d'abattage du dromadaire, en fonction de sexe	60
Figure 25: Variation saisonnière d'abattage du dromadaire, en fonction de la population ...	60
Figure 26: Variation saisonnière d'abattage du dromadaire, en fonction de l'âge	61
Figure 27: Droite de régression.....	63
Figure 28 : Marquage sur la cuisse	65
Figure 29: Marquage sur le cou	65

Figure 30 : Coutelures	67
Figure 31: Sujet adulte atteint de la gale	68
Figure 32: Enlèvement de viande et graisses résiduelles	71
Figure 33: Epilation.....	71
Figure 34: Découpage en petits carrés (1x1cm).....	71
Figure 35: Etuve	72
Figure 36: Four à moufle.....	72
Figure 37 : Kjeldahl	73
Figure 38 : Soxhlet	73
Figure 39 : Pré-traitement	74
Figure 40 : Neutralisation.....	74
Figure 41 : Dispositif d'extraction	75
Figure 42 : Lyophilisateur	76
Figure 43 : Gélatine après séchage et broyage	76
Figure 44 : Analyseur de texture modèle TA-TX2	78
Figure 45 : Colorimètre	79
Figure 46 : Homogénéisateur	80
Figure 47 : Stabilité de la mousse	80
Figure 48 : Echantillons après homogénéisation	81
Figure 49 : Spectrophotomètre.....	81

Liste des abréviations

AE : Activité émulsifiante

AOAC : Association of Official Agricultural Chemists

BSI : British Standards Institution

CAE : Capacité d'absorption d'eau

CAH : Capacité d'absorption d'huile

CM : Capacité moussante

DSA : Direction des services agricoles

ESB : Encéphalopathie Spongiforme Bovine.

FAO : Food and Agriculture Organization

GME : gelatine manufacturers of europe

ILO : International labour Organization

JC : Jésus-Christ.

KES : shilling kényan

Kj : Kilojoule

Kw : Kilowatt

LPPS : Lokhit Pashy-Palak Sansthan

MADRP : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et de la pêche

MG : Matière grasse

Mj : Mega joule

MM : Matière minérale

N : Newton

ONG : Organisation non gouvernementale

PC : Poids de la carcasse

pIE : point isoélectrique

PP : Poids de la peau

SE : Stabilité émulsifiante

SM : Stabilité moussante

TPA : Analyse des paramètres de texture

URSS : Union des républiques socialistes soviétiques

USD : United States Dollar

SOMMAIRE

Introduction	1
---------------------------	----------

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Généralité sur le dromadaire

1 Répartition géographique des camelins	5
1.1 Dans le monde	5
1.2 Dans l'Afrique	6
1.3 En Algérie	6
2 Effectifs camelins	8
2.1 Dans le monde	8
2.2 Dans l'Afrique	9
2.3 Importance de l'effectif camelin en Algérie	10
2.3.1 Dynamiques du cheptel camelin	11
3 Importance socioéconomique du dromadaire	12
3.1 La production de viande	12
3.2 Production laitière	13
3.3 Production de poil (Oubar)	14
3.4 Production de crottin (Ouguide)	14
3.5 La peau	15
3.6 Urine	15
3.7 Production de travail	16
3.8 Dromadaire de bât	16
3.9 Dromadaire de trait	16
3.9.1 Dromadaire de selle (Méharis)	16

Chapitre II : La gelatine et ses caracteristiques

1 Généralités	17
2 Origine de la gélatine	18
3 Production de la gélatine	18
4 Transformation du collagène en gélatine	19
4.1 Le collagène	19
4.2 Du collagène à la gélatine	21

5	Structure et composition de la gélatine	22
5.1	La structure primaire	23
5.2	La structure secondaire :	25
6	Caractéristiques et propriétés technologiques de la gélatine	25
6.1	Caractéristiques physiques	26
6.1.1	Pouvoir gélifiant ou force de gel.....	26
6.1.1.1	Signification du degré de bloom.....	26
6.1.1.2	Mécanisme de gélification de la gélatine	27
6.1.1.3	Conditions d'une gélification complète.....	27
6.1.2	Solubilité et gonflement.....	28
6.1.3	La viscosité.....	28
6.1.4	Le pH et le point isoélectrique (pIE).....	30
6.1.5	La turbidité (ou limpidité)	30
6.2	Caractéristiques chimiques	30
6.3	Caractéristiques microbiologiques	31
6.4	Propriétés technologiques.....	31
6.4.1	Couleur.....	31
6.4.2	Odeur et le goût.....	31
6.4.3	Pouvoir épaississant.....	31
6.4.4	Pouvoir filmogène	32
6.4.5	Pouvoir émulsifiant.....	32
6.4.6	Pouvoir foisonnant.....	32
6.4.7	Pouvoir stabilisant	32
6.4.8	Pouvoir moussant.....	32

Chapitre III : Procédés d'extraction et domaines d'application

1	Le procédé d'extraction de la gélatine	34
1.1	Description générale du procédé	34
1.1.1	Prétraitement.....	34
1.1.1.1	Traitement acide :	34
1.1.1.2	Traitement alcalin :	34
1.1.1.3	Traitement enzymatique :	35
1.1.2	Extraction de la gélatine :	35

1.1.3	Pasteurisation et filtration.....	36
1.1.4	Déminéralisation de la gélatine :	36
1.1.5	Concentration :	36
1.1.6	Séchage :	36
1.2	Les facteurs qui influencent le rendement d'extraction.....	38
1.2.1	Température, pH, temps d'extraction et agitation	38
1.2.2	La quantité d'eau totale d'extraction.....	38
1.2.3	La nature de d'acide lors de l'étape d'acidulation.....	39
1.2.4	Mode extraction : multiple (conventionnel) ou extraction unique	40
2	Domaines d'application	40
2.1	Domaine alimentaire.....	41
2.1.1	Produits laitiers fermentés, caillés, agités et thermiquement traités	42
2.1.2	Stabilisation contre la Synérèse	42
2.1.3	Crème glacée et desserts fouettés	43
2.2	Domaine photographique :	43
2.3	Domaine pharmaceutique	43
2.3.1	Les capsules de gélatine.....	44
2.3.2	Les substituants du plasma	44
2.3.3	L'encapsulation des vitamines	44
2.3.4	L'immobilisation.....	45

PARTIE EXPERIMENTALE

Partie I : Situation de la filière peau cameline dans le Sahara Septentrional

1	Introduction.....	Erreur ! Signet non défini.
2	Matériel et méthodes.....	46
2.1	Régions d'étude	46
2.2	Potentialités camelines	47
3	Méthodologie	48
3.1	Étude de la filière peau cameline.....	48
3.1.1	Éleveurs.....	48
3.1.2	Abattoirs.....	49
3.1.3	Collecteurs de peaux	50

3.2	Estimation du tonnage annuel de la peau cameline	51
3.3	Identification des principaux défauts sur la peau cameline	52
4	Résultats et discussions.....	54
4.1	Place de la peau cameline dans le circuit production-abattage-valorisation	54
4.1.1	Éleveur	54
4.1.2	Abattoir	57
4.1.3	Collecteurs	58
4.2	Variations saisonnières d'abattage de dromadaires	59
4.2.1	Sexe.....	59
4.2.2	Population :.....	60
4.2.3	Âge :	60
4.3	Estimation du tonnage de la peau cameline.....	61
4.4	Qualité des peaux camelines.....	64
4.4.1	Défauts liés à l'animal.....	65
4.4.2	Défauts traumatiques.....	65
4.4.3	Défauts dus à l'habillage	66
4.4.3.1	Perforations :.....	66
4.4.3.2	Les coutelures	66
4.4.3.3	Mauvaise parfente :	67
4.4.4	Défauts dus aux maladies	68
5	Conclusion	69

Partie II : Extraction et caractérisation de la gélatine

1	Introduction.....	70
2	Matériel et Méthodes	70
2.1	Préparation des échantillons	70
2.2	Caractérisation de la matière première	72
2.3	Procédure d'extraction de la gélatine	73
2.3.1	Prétraitement de la peau.....	73
2.4	L'extraction de la gélatine	74
2.5	Détermination du rendement	76
2.6	Détermination des caractéristiques de la gélatine.....	77
2.6.1	Composition chimique	77

2.6.2	Caractéristiques physiques de la gélatine	77
2.6.2.1	Détermination de la force du gel et analyse des paramètres de texture.....	77
2.6.2.2	Détermination de la couleur	78
2.6.3	Analyse des propriétés fonctionnelles.....	79
2.6.3.1	Capacité d'absorption d'eau	79
2.6.3.2	Capacité d'absorption d'huile.....	79
2.6.3.3	Détermination des propriétés Moussantes	80
2.6.3.4	Activité émulsifiante (AE) et stabilité des émulsions (SE)	80
3	Résultats et discussions.....	82
3.1	Compositions chimiques de la peau	82
3.2	Rendement	82
3.3	Composition chimique de la gélatine	83
3.4	Force du gel	86
3.5	La couleur de la gélatine.....	89
3.6	Analyse des paramètres de texture (TPA)	91
3.6.1	La dureté	92
3.6.2	La cohésion.....	92
3.6.3	L'élasticité.....	93
3.6.4	La mastication	93
3.6.5	L'adhésivité.....	93
3.7	La capacité émulsifiante (CE) et la stabilité des émulsions (SE).....	93
3.8	Les propriétés moussantes	95
3.9	La capacité d'absorption de l'eau et la capacité d'absorption de l'huile.....	98
4	Conclusion	101
	Conclusion générale	100

Introduction

Les camélidés occupent peu de place majeure, par rapport à l'ensemble du cheptel, dans le monde. Pourtant, leur contribution au bien-être des hommes dans les régions, où on les trouve est capitale (**Wilson, 1998**). En effet, le camelin occupe une place prépondérante dans les vies économique et sociale des communautés sahariennes et steppiques. Il revêt une importance particulière du fait qu'il évolue dans des milieux où l'existence d'autres alternatives d'élevages seraient aléatoires et onéreux (**Senoussi et al., 2017**).

Bien que sa réputation soit peu productive, le dromadaire possède un certain nombre d'atouts essentiels (**Faye et al., 2014**). Son élevage suscite donc, une activité socioéconomique intéressante, vu qu'il représente un atout incontestable dans la sécurisation alimentaire des régions désertiques et arides.

Les statistiques de 2019 révèlent que l'effectif camelin algérien est fort de 416 519 têtes confinées (**FAO Stat,2020**), dans trois aires principales d'élevage (Sud-est, Sud-ouest et extrême Sud) où les troupeaux sont caractérisés par une prédominance de sujets femelles et un nombre important de chameçons, en comparaison aux mâles adultes, montrant tout l'intérêt accordé par les éleveurs pour sauvegarder et promouvoir l'élevage camelin.

Malgré le manque d'organisation et la mauvaise structuration des circuits de commercialisation, l'élevage camelin représente une source de richesse, d'échange et de dynamisme importants dans le Sud algérien.

En Algérie, l'élevage camelin a toujours joué et joue encore un rôle estimable dans le développement de l'économie régionale, des zones arides, grâce à sa poly fonctionnalité, de part une gamme variée de biens (viande, lait, poil et peau) et de services (selle, bât, loisir). En effet, l'élevage camelin est très indispensable, en raison des efforts exercés par les éleveurs chameliers, d'une part, et de l'attention accordée par l'état, ces deux dernières décennies, d'autre part.

Certaines fonctions ont totalement disparu, à l'exemple du dromadaire comme auxiliaire de l'agriculture. Toutefois, le dromadaire a retrouvé son statut, dans le secteur laitier, grâce au progrès scientifique, reconnaissant les vertus thérapeutiques et nutritionnelles du lait de chamelle, d'où une émergence de mini-laiteries. D'autre part, d'autres produits et sous-produits ne sont pas utilisés, à l'image de la peau, jamais valorisée ni exploitée, dans le domaine industriel. Seule une quantité infime est utilisée, dans la transformation artisanale.

Généralement, la peau de dromadaire est inutilisable, mais dans certaines régions, comme Tamanrasset, les ressortissants nigériens la récupèrent pour la confection de semelles de sandales, appelées "Iretmen", dont les prix dépassent les 2000.00 DA. Comme, elle entre aussi, dans diverses fabrications exploitables, dans la vie quotidienne des chameliers Touaregs : confection de cordes pour le puisage d'eau « ahloum », des Aybours, sorte d'outre, et des « Ikchir », sorte de sac pour stocker les provisions. **(Bessahraoui et Kerrache 1998).**

En effet, la peau cameline est considérée comme une filière marginalisée, à laquelle les éleveurs n'accordent pas ou peu d'importance à son exploitation, comme en témoigne le taux très élevé de rejet de ce coproduit, au niveau des abattoirs du Sud Algérien. Bien qu'il soit source potentielle de gélatine, il serait nécessaire de tenter sa valorisation. À défaut d'être un déchet susceptible de polluer l'environnement, la peau du dromadaire peut être utilisée comme une source alternative pour la production de gélatine.

Compte tenu de son effectif important en Afrique, y compris en Algérie et le Moyen-Orient, le potentiel de la gélatine *Halal* dérivée de la peau cameline est également élevé.

De nos jours, la gélatine est omniprésente dans notre société. Cette protéine est le plus souvent assimilée à l'industrie alimentaire, comme stabilisant et améliorant des propriétés rhéologiques, fonctionnelles et texturales des produits alimentaires, mais aussi destinée à des applications pharmaceutiques et médicales. Elle sert à l'enrobage de nombreux médicaments (capsules molles et dures, gélules,...), ainsi qu'à la fabrication d'éponges hémostatiques. Elle est également utilisée en photographie pour réaliser des films ultrasensibles ou du papier photo brillant, outre son utilisation étendue dans les cosmétiques et autres produits de soins. **(Portier, 2016)**

La gélatine est un mélange de peptides et de protéines produit par une hydrolyse partielle du collagène de la peau animale, du tissu conjonctif et des os. Les très nombreuses caractéristiques fonctionnelles de la gélatine lui confèrent son caractère unique. La gélatine a des propriétés gélifiantes, moussantes, stabilisantes et émulsifiantes qui contribuent à un large éventail d'applications.

Actuellement, environ 46% de la gélatine produite dans le monde provient de la peau de porc, tandis que 29,4% et 23,1%, sont issus, respectivement de la peau et des os de bœuf. Les autres sources de gélatine sont les volailles et les poissons qui ne représentent que 1.65% de la production mondiale **(Karim et Bhat, 2009).**

Les restrictions religieuses imposées à la gélatine de porc et la peur récente de l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB) ou de la maladie de la vache folle liée à la gélatine d'origine bovine ont affecté le marché mondial à l'égard de ce sous-produit. Les fabricants recherchent désormais, d'autres sources de gélatine pour répondre à la demande croissante du consommateur Halal, à l'échelle mondiale.

Le développement des sources alternatives de gélatine est hautement souhaitable et représente un besoin important pour les fabricants et les transformateurs, car le marché mondial des produits certifiés Halal se développe rapidement, ce qui nécessite une exploration pressante.

Cependant, peu d'alternatives à la gélatine de porc provenant de sources plus communes, d'option non halal, ont été identifiées.

Et c'est dans ce contexte que nous envisageons la présente étude, pour permettre l'extraction de la gélatine, d'origine cameline. A cette fin, nous avons commencé par explorer la peau cameline comme étant une source possible de gélatine. Il s'agit, en fait d'une nouvelle alternative qui vise à résoudre le problème des sources actuelles de gélatine à l'image de l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB) ou de la maladie de la vache folle, toutes deux liées à la gélatine de bœuf, et de se conformer aux préceptes religieux à l'égard de la gélatine de porc, quant à elle, illicite.

En d'autres termes, la présente étude permettrait d'exploiter une matière première qui n'a auparavant, été valablement valorisée, en Algérie ou dans le reste de l'Afrique, à savoir les déchets d'abattage du dromadaire, et principalement sa peau. Une optique qui permettrait donc d'obtenir une gélatine d'origine cameline, utilisée à la fois pour des applications alimentaire, pharmaceutique, photographique et cosmétique et ce, grâce à ses propriétés fonctionnelles et texturales très intéressantes.

De ces faits, en découle notre question principale :

Dans quelle mesure peut-on valoriser la peau de dromadaire, qui pour longtemps négligée et ce, par le recours à l'extraction de la gélatine ?

De cette interrogation découlent nos deux hypothèses qui constituent la colonne vertébrale de nos investigations :

1. La possibilité d'extraire de la gélatine en quantité et en qualité, serait susceptible de fournir un nouveau revenu, option qui pousserait les acteurs de la filière peau cameline à accorder plus d'attention et de soin à l'égard de ce produit.

2. L'extraction de la gélatine étant une opération coûteuse face à un faible rendement, pourrait constituer une véritable contrainte limitant l'investissement, dans ce créneau.

L'exploitation dans cette filière est une opportunité intéressante pour booster l'industrie de transformation, compte tenu du retard énorme accusé dans ce domaine. C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude révélée comme contributrice à la conservation et à la protection de l'espèce cameline et sa valorisation économique, à l'heure où l'Algérie est appelée à s'ouvrir sur le marché mondial. La finalité réside à construire un capital de connaissances susceptibles de servir de base pour développer la filière peau cameline. A cet effet, trois objectifs sont fixés :

1. Diagnostic relatif à la filière peau cameline dans le Sahara septentrional algérien, représenté par les régions d'Ouargla et d'El-Oued ;
2. Estimation du tonnage annuel de la peau cameline aux niveaux régional et national ;
3. Optimisation des conditions d'extraction de la gélatine, à partir de la peau de dromadaire ainsi que la détermination des caractéristiques physico-chimiques et technologiques de la gélatine obtenue.

Partie

Bibliographique

Chapitre 1 :

Généralités sur le

dromadaire

Le dromadaire, ce vaisseau du désert chanté par les poètes nomades, est un animal très précieux et très estimé à cause de sa polyvalence et son aptitude à survivre, produire et se reproduire dans des conditions très rudes et très contraignantes, comparé aux autres ruminants domestiques (**Bedda, 2014**).

La poly fonctionnalité du dromadaire permet à la population autochtone de bénéficier de toute une gamme de produits (lait, viande, poil, ...) et de services (selle, bât, course,...) à moindre coût. Cependant, face aux mutations socioéconomiques qu'ont connues les régions sahariennes, certaines fonctions ont perdu de leur importance (transport, poil) ou disparues (auxiliaire de l'agriculture). Le dromadaire a perdu de son prestige, en reculant devant les progrès de la civilisation, en tant qu'animal de transport (désormais transporté sur camions), mais il demeure, sans rival, un grand pourvoyeur en viande et en lait (**Adamou., 2008**).

1 Répartition géographique des camelins

1.1 Dans le monde

Le dromadaire occupe une place de choix dans les zones arides et semi-arides, en raison de son excellente adaptation aux mauvaises conditions de vie, tels que le manque d'eau et de pâturage (**Rutagwenda et al., 1989; Mahboub et al., 2010**).

L'aire de répartition géographique du dromadaire, se situe aux niveaux des zones tropicales et subtropicales et s'étend, des régions arides et semi-arides du Nord de l'Afrique (Mauritanie) jusqu'au Nord-Ouest du continent asiatique (Chine) (**Rahli, 2015**).

L'aire originare de distribution du dromadaire est bien entendue et associée aux caractéristiques climatiques du milieu compte tenu de l'adaptabilité remarquable de cette espèce aux conditions d'aridité. L'aire de distribution découle aussi d'un facteur social d'importance dont le dromadaire est considéré tout d'abord comme l'animal du nomade, célébré comme tel par le Saint Coran, même si son utilisation par les bédouins de l'Arabie est antérieure à l'Islam. Cependant, dans son extension à la faveur de l'expansion de l'Islam, le dromadaire du nomade a rencontré le cultivateur méditerranéen ou oasien, et s'est donc sédentarisé. Il n'en demeure pas moins que son aire de répartition recouvre celle des populations pastorales nomades ou transhumantes qui au cours de leur histoire l'ont adopté comme auxiliaire incontournable dans la mise en valeur des zones arides (**Chibah, 2012 ; Ould Ahmed, 2009**).

Il y a, officiellement, 46 entités nationales dans le monde déclarant des troupeaux de chameaux. Parmi eux, 20 pays sont en Afrique, 25 en Asie et un (01) seul en Europe (Ukraine). En ce qui concerne la répartition géographique des deux espèces impliquées, seuls les dromadaires se trouvent dans les pays africains et dans les pays du Proche et du Moyen-Orient et d'Asie du Sud. (Faye, 2020). (Figure N°01)



Figure 1. Répartition géographique des dromadaires à l'échelle mondiale

1.2 Dans l'Afrique

La population cameline en Afrique est confinée dans la ceinture désertique aride et semi-aride d'Afrique et d'Asie à faible pluviométrie (Bechir, 1983 ; Richard, 1985).

L'aire de distribution du dromadaire occupe toutes les zones désertiques de l'Afrique du Nord et leurs bordures septentrionales, alors que le Sahel en constitue la limite méridionale. Pour l'Afrique de l'Ouest et Centrale, cette limite peut être assimilée grossièrement à la latitude 14° N ou plus précisément à l'isohyète 400 mm. En Afrique Orientale, la corne de l'Afrique abrite près de 35 % de la population cameline mondiale. Compte tenu des conditions particulièrement arides de cette zone, l'aire de distribution des camelins descend jusqu'à 3° de latitude Sud (Bourzat et Wilson., 1987).

1.3 En Algérie

Le dromadaire est présent dans 16 Wilayas ; 10 sahariennes et 6 steppiques, où le cheptel est réparti sur trois principales zones d'élevage : le Sud-Est, le Sud-Ouest et l'extrême Sud avec

respectivement 52%, 18% et 30% de l'effectif total (**Figure N°02**). (**Abdelguerfi et Ramdane, 2003**)

Les aires de distribution du cheptel camelin sont illustrées dans la figure 02. Elles englobent les wilayas suivantes :

- L'aire géographique Sud-Est comprend deux zones :
- La zone Sud-Est proprement dite, englobe les wilayas d'El Oued et Biskra en plus des quatre wilayas steppiques : M'sila, Tébessa, Batna et Khenchla.
- La zone centre englobe deux wilayas Sahariennes : Ouargla et Ghardaïa ; et deux wilayas steppiques : Laghouat et Djelfa.
- L'aire géographique Sud-Ouest, comprend trois wilayas Sahariennes : Béchar, Tindouf et la partie Nord d'Adrar ; et deux wilayas steppiques : Naâma et El Bayadh.
- L'aire géographique extrême Sud comprend trois wilayas Sahariennes : Tamanrasset, Illizi et la partie Sud d'Adrar

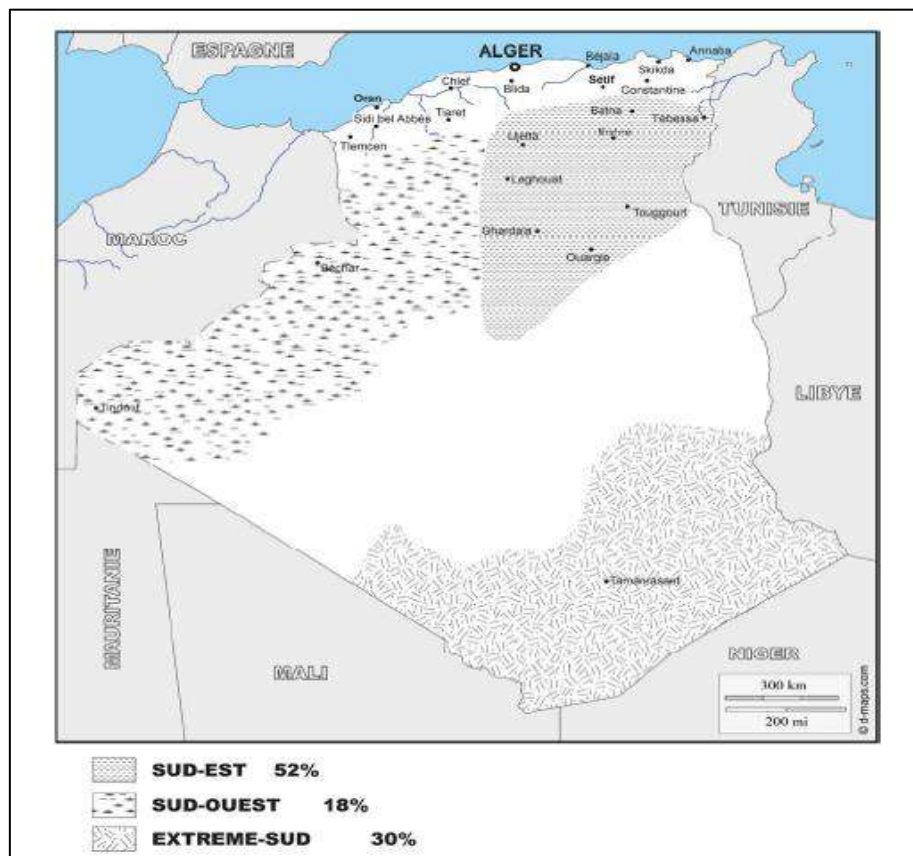


Figure 2. Répartition géographique du cheptel camelin en Algérie (Boussouar., 2017)

2 Effectifs camelins

2.1 Dans le monde

La question du nombre exact de grosses têtes de camélidés dans le monde est souvent posée à plusieurs fois. Dans la littérature scientifique, les auteurs n'hésitent généralement pas à se référer au site officiel de FAO Stat (**Faye et Bonnet, 2012**).

Dans certains cas, le nombre donné n'est pas mis à jour, et la fiabilité de ce nombre n'a jamais été remise en cause. De plus, lorsque les mêmes auteurs donnent les statistiques nationales sur leur pays respectifs, l'écart entre les données de la FAO et les informations nationales n'est pas également abordé. En effet, à l'intérieur d'un pays, les données statistiques varient également selon les sources ou les institutions. Enfin, une confusion totale se produit, et il est assez difficile d'avoir une image claire de la population actuelle des camelins dans le monde. Dans la dernière base de données FAO Stat disponible (année 2018), parmi les 46 entités nationales déclarant une population de chameaux, seulement 50% sont les données officielles fournies par les ministères nationaux, et le reste est basé sur les estimations de la FAO. (**Faye, 2020**)

À l'échelle mondiale, 70 % des données des pays africains et 42 % des données des pays asiatiques sont basées sur des estimations en raison du manque de recensement du bétail facilement disponible. (**Faye., 2020**)

Pour les données les plus récentes disponibles en 2019, le nombre total de chameaux enregistrés dans le monde était de 35 525 270 (**FAO Stat, 2021**).

Selon **Oulad Belkhir (2018)**, depuis 1961, les premières statistiques de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture révèlent que le nombre de dromadaires dans le monde a plus que doublé avec un taux de croissance annuel de 3,4%. (**Figure N°03**).

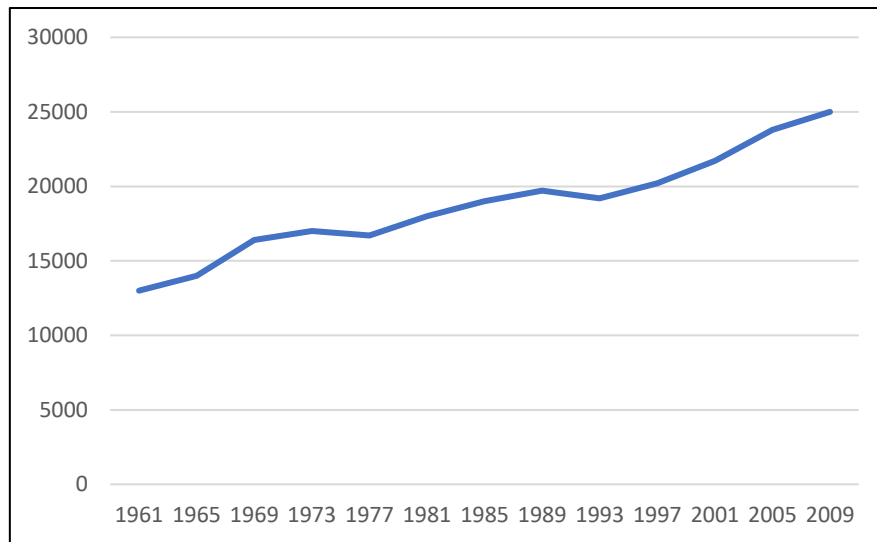


Figure 3. Evolution des effectifs Camelins mondiaux (x1000) (Faye., 2015).

Selon **Faye (2015)**, la croissance des effectifs camelins n'est pas uniforme dans tous les pays. On peut distinguer cinq (5) types de tendances :

- Pays à forte croissance récente représentés respectivement par Algérie, Tchad, Mali, Mauritanie, Oman, Qatar, Syrie, Émirats Arabes Unis, Yémen, Ethiopie et Erythrée ;
- Pays à croissance régulière, à l'image de Bahreïn, Burkina Faso, Djibouti, Egypte, Iran, Kenya, Niger, Nigéria, Pakistan, Arabie saoudite, Somalie, Soudan, Tunisie et Sahara Occidental ;
- Pays ayant un nombre stable, représentés par le Liban, la Libye et le Sénégal ;
- Pays avec une diminution du nombre de dromadaires, notamment en Afghanistan, Chine, Inde, Jordanie, Mongolie et ex-URSS ;
- Pays, à haut déclin du nombre de dromadaires particulièrement en Irak, Maroc et Turquie.

2.2 Dans l'Afrique

Près de 80 % de la population mondiale de dromadaires se situe en Afrique où l'essentiel des effectifs est concentré dans les pays de la Corne (Somalie, Ethiopie, Kenya, et Soudan) qui abritent environ 60 % du cheptel camelin mondial. (**Correra, 2006**).

Selon la FAO (**2018**), l'Algérie comptait en 2017, une population de 381 882 têtes, soit 6,5% de l'effectif des pays de l'Afrique du Nord, 17% des pays maghrébins et presque 2% de la population mondiale cameline. Il occupe ainsi le 14ème rang mondial bien après la Somalie,

premier producteur mondial avec 7 150 000 têtes, soit 30% de la production mondiale, suivie du Soudan avec 20% et le Kenya avec 12%, Niger et Tchad à la 4ème et 5ème place puis viennent respectivement la Mauritanie, Ethiopie et l'Algérie. **(Figure N°04)**

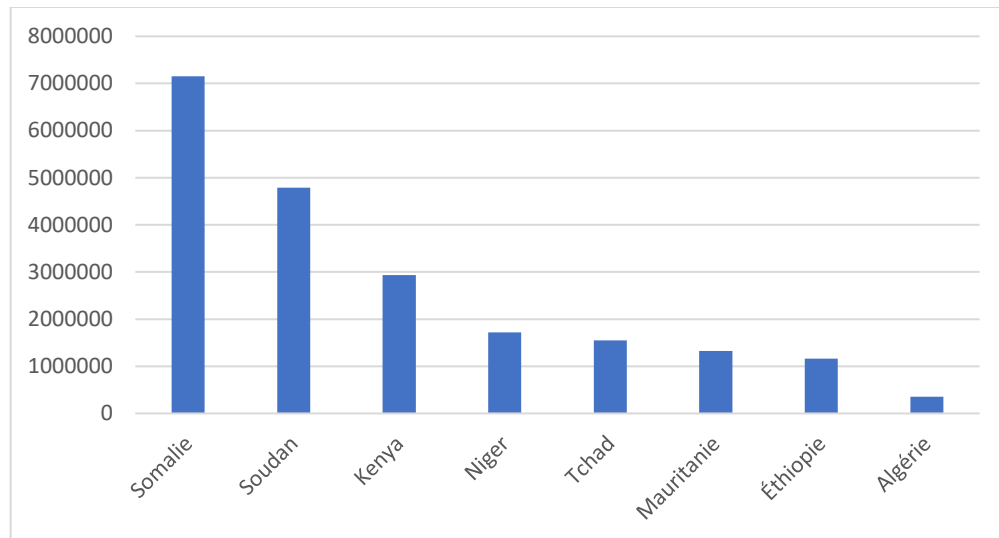


Figure 4. Figure 4. Effectifs camelin dans les pays africains (FAO Stat, 2018)

2.3 Importance de l'effectif camelin en Algérie

Compte tenu de son rôle stratégique au Sahara, le camelin revêt un intérêt particulier, du fait qu'il évolue dans des milieux où l'existence d'autres alternatives d'élevage serait aléatoire et onéreux.

Les statistiques de 2019 révèlent que l'effectif camelin Algérien est fort de 416 519 têtes confinées dans trois aires principales d'élevage (Sud-Est, Sud-Ouest et extrême Sud) où les troupeaux sont caractérisés par une prédominance de sujets femelles et un nombre important de chameçons par rapport à celui des mâles adultes, montrant tout l'intérêt accordé par les éleveurs pour sauvegarder et promouvoir l'élevage camelin.

Cet effectif est réparti sur 16 wilayas, avec 93,78 % du cheptel dans dix wilayas sahariennes : Ouargla, Ghardaïa, Laghouat, El-Oued, Tamanrasset, Illizi, Adrar, Tindouf, Béchar et Biskra et 6,21 % du cheptel dans six wilayas steppiques : Tébessa, Djelfa, El-Bayad, Naama, Tiaret et M'sila **(CDARS., 2016). (Figure N°05)**

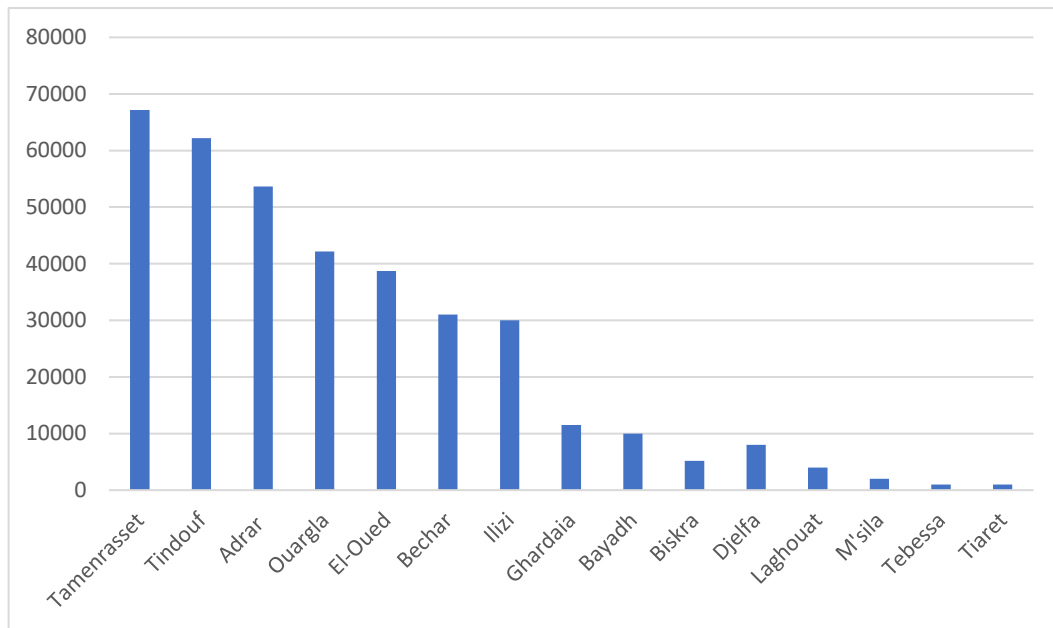


Figure 5. Répartition de l'effectif camelin en Algérie en 2018 (MADRP, 2018).

2.3.1 Dynamiques du cheptel camelin

A l'instar des pays voisins, les dynamiques du cheptel camelin sont peu connues en Algérie du fait du caractère extensif de cet élevage et de la perméabilité des frontières avec les pays d'Afrique au niveau des parcours. La fiabilité des données statistiques est faible mais elles peuvent, néanmoins, donner une tendance ; c'est durant la décennie 2007-2017, que le cheptel camelin algérien a connu une croissance marquée, contrairement aux autres pays d'Afrique du Nord, où la population a connu une croissance modérée, comme en Tunisie, et une régression comme en Egypte. (Faye et al., 2014).

Durant ces dernières années, les effectifs camelins en Algérie ont connu une évolution très nette allant jusqu'à 416 519 têtes en 2019 (FAO Stat, 2021). Cette hausse très remarquable est justifiée entre autres par la situation sécuritaire en Lybie et à un degré moindre le Mali qui a obligé les chameliers de ces pays limitrophes à brader leurs têtes camelines, situation qui n'a pas laissé indifférents les chameliers algériens devant cette opportunité. (Ouled belkhir, 2018) (Figure N°06)

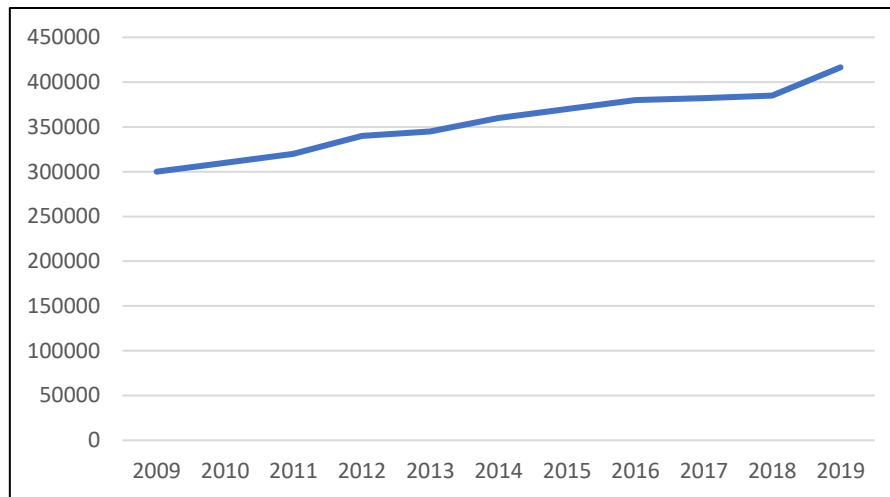


Figure 6. Evolution de l'effectif camelin (en nombres de têtes). FAO Stat (2019)

3 Importance socioéconomique du dromadaire

Les camelins sont considérés comme des espèces d'élevage d'intérêt secondaire. Ces dernières décennies, leurs prédispositions à la fourniture de produits de qualité nutritionnelle dans un contexte de dérèglement climatique ont induit un regain d'intérêt pour leur élevage dans des territoires sous fortes contraintes (Zarrin et al., 2020).

Longtemps utilisé comme animal de bât, indispensable au développement des échanges marchands entre les territoires oasiens (Faye et al., 2017), l'élevage du dromadaire subit les effets des récentes mutations socioéconomiques et environnementales. Dès lors, des stratégies d'adaptation ont été développées avec une orientation vers une marchandisation croissante des produits. Cet élevage assure, au-delà de ses fonctions premières de bât, orientées aujourd'hui vers le portage de touristes, une production de lait et/ou de viande, dans des zones éloignées des circuits de commercialisation des produits alimentaires. Malgré ses facultés adaptatives et la qualité nutritionnelle de ses produits, les références sur les paramètres démographiques du dromadaire dans les systèmes d'élevage où il est présent, demeurent rares en comparaison avec les autres espèces (Faye, 2018).

3.1 La production de viande

La viande de dromadaire est communément consommée dans les régions arides où l'élevage camelin occupe une place significative. C'est le cas des régions de Tamanrasset (Hoggar), Ghardaïa (M'Zab) et El-Oued occupent respectivement la première place en matière d'effectif camelins avec 14 237 têtes, soit 4% du cheptel national pour la première et 11 200

têtes, soit 3% du cheptel national pour la seconde dont 50% de chamelle, soit une production de l'ordre de 600 et 482 tonnes pour chacune (DSA, 2016).

La viande cameline demeure négligeable à l'échelle nationale, alors que sa consommation dans les régions sahariennes demeure importante, puisque les camelins participent pour 33% à l'ensemble des abattages en viande (Adamou, 2011).

Le dromadaire, surtout quand il est jeune, procure une viande appréciée des consommateurs, notamment pour sa faible teneur en cholestérol, ce qui en fait également un argument commercial. De plus, le prix de la viande cameline est souvent inférieur à celui de la viande issue des bovins et des ovins, soit 1,49 à 2,23 € / kg.

Considérant la production et la population de chaque région, on peut estimer la consommation par habitant et par an en 2014 à 4 et 2 kg dans chacune des régions, ce qui est proche de celle des pays d'Afrique du Nord, qui est de l'ordre de 2,84 kg/hab/an (Faye et al., 2014).

3.2 Production laitière

Les dromadaires, contrairement aux autres animaux sont capables dans des conditions de sécheresse extrême et en manque de pâturage de produire un lait de très bonne qualité durant l'année et en grandes quantités (Senoussi C, 2011).

A l'échelle mondiale, le lait de chamelle ne représente que 0,36 % du lait produit, ce qui est marginal, mais cette proportion n'était que de 0,18 % en 1961 selon la FAO. En proportion, la croissance de la production laitière de chamelle qui dépasse 6 % en moyenne annuelle, est trois fois supérieure à celle de lait de vache. De plus, l'élevage camelin étant limité aux régions arides, cette proportion peut-être localement bien plus importante, dépassant les 10% dans la corne de l'Afrique (Faye et Konuspayeva, 2017).

En Algérie, La production nationale varie de 0,5 à 10 kg de lait par jour avec une période de lactation moyenne de 14 mois, cette production varie d'une région à l'autre, en fonction de la population cameline, de l'individu, de l'alimentation, des conditions climatiques, et d'autres facteurs intrinsèques (rang de lactation, stade de lactation, nombre de traite, présence du chamelon...) (Meribai et al., 2016). D'une façon générale, il faut noter que la production de lait camelin n'est pas tellement étudiée en Algérie, et les quelques chiffres disponibles sont surtout ceux obtenus sur la base d'enquêtes et non de mesures ni de suivis (Chehma, 2003).

En Algérie, le lait est partagé entre le chamelon et la famille de l'éleveur ou est offert gracieusement. Comme dans la plupart des pays, le lait, une fois traité, est bu frais aussitôt et la principale transformation reste le lait fermenté. Rappelons que la traite est l'apanage des hommes (Adamou, 2009).

3.3 Production de poil (Oubar)

Le dromadaire fournit un pelage très faible, le poil (Oubar) est prélevé généralement sur le cou, la bosse et les épaules de l'animal. La quantité annuelle de poils produite varie selon l'âge, la taille et l'état sanitaire de l'animal ; elle oscille entre 1 et 3 Kg de poils par animal. La toison est récupérée au printemps lors du changement de saison, en arrachant manuellement les fibres ou en utilisant des ciseaux, si non, elle tombe d'elle-même en été lorsque l'animal n'est pas tondu. La tonte du dromadaire commence dès l'âge de 18 mois, âge durant lequel le poil est dense et de bonne qualité en raison de sa douceur et de sa souplesse, la toison des épaules est plus fine et plus longue que celle des autres parties du corps. Chez les femelles non gestantes, la toison est beaucoup plus importante que chez les femelles gravides (Senoussi, 2009).

3.4 Production de crottin (Ouguide)

Les excréments fécaux chez le dromadaire se caractérisent par une composition faible en azote, mais en contrepartie par une grande richesse en fibres indigestibles que l'on peut valoriser après un traitement adéquat sous forme de pâte à papier. Des produits comme des agendas, des carnets ou des cartes postales fabriquées à partir des fibres des crottins de dromadaire ont été ainsi présentés lors de la Foire annuelle de Pushkar par l'ONG Lokhit Pashy-Palak Sansthan (LPPS), vantant cette production « écologique » et surtout en faisant remarquer la valorisation multi-usage permise par l'élevage camelin. (Senoussi, 2009).

Le poids et la qualité du fumier sont étroitement liés à la nature de l'aliment ingéré, ainsi le poids d'une charge d'Arphtis schitinum (baguel) dépasse largement le quintal, alors que celle de Stipagrostis pungens (drinn) n'atteint guère le quintal. Le fumier d'Ephedra alata (alenda) et de Limona striumguyonianum (zita) sont de meilleure qualité que celui de Traganum nudatum (damrane) (Adamou, 2008)

En Algérie, le crottin ramassé est vendu aux phoeniculteurs pratiquant la culture de palmier dattier en Bour, vu qu'il se caractérise par une composition faible en azote. (Senoussi, 2009).

3.5 La peau

La peau cameline, ce coproduit qui peut être exploité et valorisé et ce au regard de sa solidité et sa texture. Elle est utilisée soit salée et séchée, soit tannée avec des écorces de chêne ou de grenade. Elle procure à la fois un cuir souple et solide servant pour la confection de récipients pour le puisage de l'eau, des couvertures, des semelles ou pour revêtir les selles. Alors que certains chameliers utilisent la peau pour la confection de sangles, de lanières ou de sacs. (Senoussi, 2009).

Selon Faye (1997), le cuir de dromadaire est de médiocre qualité en dépit de son poids (entre 22 et 47 kg) et de sa taille. Il est donc de faible valeur commerciale. Le mode de dépeçage de l'animal ajoute encore à la dépréciation du produit. C'est cependant un produit solide et utile dans le travail de sellerie et pour la fabrication de lanières. Il entre dans la composition de produits artisanaux qui peuvent séduire les touristes plus par l'exotisme de leur origine que par leur qualité intrinsèque.

Les éleveurs emploient les tendons de dromadaire dans la confection de lanières solides pour les tentes ou les paquetages et à l'occasion, les os longs peuvent être d'utiles montants de tente.

Bien que les peaux du dromadaire soient des ressources importantes pouvant contribuer à un revenu important aux chameliers, mais ils ne sont pas valorisés en raison de plusieurs contraintes :

- Le nombre important des dromadaires abattus en dehors des abattoirs, ce qui rend difficile la collecte de leurs peaux ;
- Le manque d'intérêt des éleveurs ;
- Les peaux camelines contiennent de nombreuses imperfections et traves (maladies cutanée, parasites), des plusieurs défauts qui déprécient la qualité pour les cuirs finis.

3.6 Urine

Selon Lasnami (1986), les jeunes filles et femmes nomades utilisent l'urine de dromadaire recueillie comme « champoing ». Selon les nomades, cela fortifie les cheveux et rend la chevelure rousse à l'image de l'utilisation du henné.

L'urine est utilisée en Arabie Saoudite pour soigner les épanchements de sérosité dans le péritoine (ascite), due à la bilharziose ou à la cirrhose (Faye, 2002).

3.7 Production de travail

Le dromadaire est plus efficace pour la production de la force de traction que beaucoup d'autres animaux domestiques, excepté le cheval. Un mâle castré de 500 kg peut produire une force de traction d'un sixième de son poids en moyenne, l'équivalent de 83 Kj et une puissance de 455 watt, l'énergie expédiée est l'équivalent de 2275 Kw, ou 136,5 kj par minute ou 8,2 MJ par heure (Titaouine, 2006).

3.8 Dromadaire de bât

Il peut porter des charges de 150 à 200 Kg et parcourir ainsi des distances de 24 Km par jour à une vitesse de 4 Km/h. L'animal de bât ne peut porter une pleine charge qu'à partir de 6 - 8 ans et sa vie de porteur serait de 12 ans (Ben Aissa, 1989).

3.9 Dromadaire de trait

Certes avec la mécanisation du secteur de l'agriculture, cette pratique est en voie de disparition. Cependant il en demeure que l'animal est facilement utilisable pour cette opération et il n'y a pas de type bien défini. C'est à l'âge de 2 à 3 ans qu'on dresse l'animal et ne demande que 2 à 3 jours si l'animal est déjà dressé pour le bât, sinon une semaine. Il peut être utilisé jusqu'à 15 ans. Les innombrables qualités que possède le camelin font de lui un animal d'attelage, de puisage et de labour. A titre d'exemple pour l'opération labour, 500 m²/h soit 1 ha en 20 heures pour des sillons de 16 cm de profondeur. (Senoussi, 2009).

3.9.1 Dromadaire de selle (Méharis)

Dans les régions enclavées, les moyens de transport n'ont pu déclasser cet animal de cette vocation. En effet sa force et son endurance sont mis à profit pour le transport des hommes et des marchandises (Senoussi, 2009).

Adamou, (2006) signale l'existence de plusieurs types de selle ; des modèles destinés aux hommes et d'autres aux femmes. L'Homme prend place en arrière de la bosse sur la boucle que fait la matelassure, alors que pour les femmes se tiennent confortablement sur un palanquin à 2 sièges, soutenu de chaque côté par un demi-cercle de bois pour éviter l'écartèlement

Chapitre 11

La gélatine

et ses

caractéristiques

1 Généralités

La gélatine est un composé d'origine biologique utilisé, depuis près de 8000 ans, dans de nombreux secteurs :

- A l'époque préhistorique, elle servait de liant pour les peintures des hommes du Neandertal.
- En Égypte, dès la haute antiquité (4000 avant JC), les artisans produisaient de la colle, à partir de peaux et d'os d'animaux, afin d'assembler des pièces de bois. **(Walker., 1998)**
- Les premiers écrits, indiquant une utilisation de la gélatine en cuisine, remontent à 500 ans. Obtenue à partir de pieds de veau, elle entrait dans la confection de plats marinés servis régulièrement, à la cour du roi Henry VIII d'Angleterre.
- La gélatine est utilisée depuis près, de deux siècles pour préparer des capsules de médicaments (dures et molles). Outre le confort apporté au patient, ces capsules permettent une libération contrôlée du médicament qu'elles renferment.
- La gélatine est également adoptée, en photographie, depuis la fin du XIXe siècle, pour la préparation des films photographiques et radiographiques.
- Enfin, la gélatine entre depuis longtemps, dans la composition de nombreux produits cosmétiques, jouant à la fois le rôle de texturant et de principe actif. **(Portier, 2016)**

La gélatine est donc un produit auquel, nous sommes quotidiennement confrontés. Toutefois, si la gélatine est toujours extraite à partir de tissus riches en collagène (peau et os) ; ce composant englobe en réalité, une multitude de produits aux propriétés physico-chimiques radicalement différentes. Au sein même de la communauté scientifique, le terme de «gélatine» reste ambigu et peut désigner deux types d'objets :

La forme dénaturée d'une triple hélice de collagène. Il s'agit alors uniquement d'une modification de la conformation du collagène sans altération, de sa séquence. En chauffant une solution acide de collagène au-dessus de sa température de dénaturation, on rompt les liaisons hydrogènes à l'origine de la stabilité de la triple hélice. Les chaînes α se séparent et adoptent une conformation de type, pelote statistique **(Djabourov et al., 1998)**. La dénaturation du collagène est un processus irréversible. En refroidissant une solution de collagène dénaturé, on observe la formation de petits morceaux de triples hélices (renaturation partielle), mais les

chaînes α ne parviennent pas à se réassocier, sur toute leur longueur. (Wright et Humphrey, 2002)

Le produit de la dégradation de tissus riche en collagène par des traitements chimiques et thermiques. Il s'agit, dans ce cas, de la gélatine commerciale, utilisée quotidiennement, dans de nombreux foyers. Si elle demeure, principalement du collagène dénaturé et hydrolysé, elle contient également les résidus des tissus dont elle est extraite (lipides, glucides, autres protéines, etc.). (Portier, 2016).

2 Origine de la gélatine

La peau de porc est la matière première, la plus utilisée pour la production de gélatine, dont est issue environ 46% de la production mondiale, suivie de peaux de bovin représentant 29.4% et 23.1% de gélatine est extraite à partir d'os de bovin et de porc. Les autres sources de gélatine sont les volailles et les poissons qui ne représentent que 1.65% de la production mondiale (Karim et Bhat, 2009). (Figure N°01).

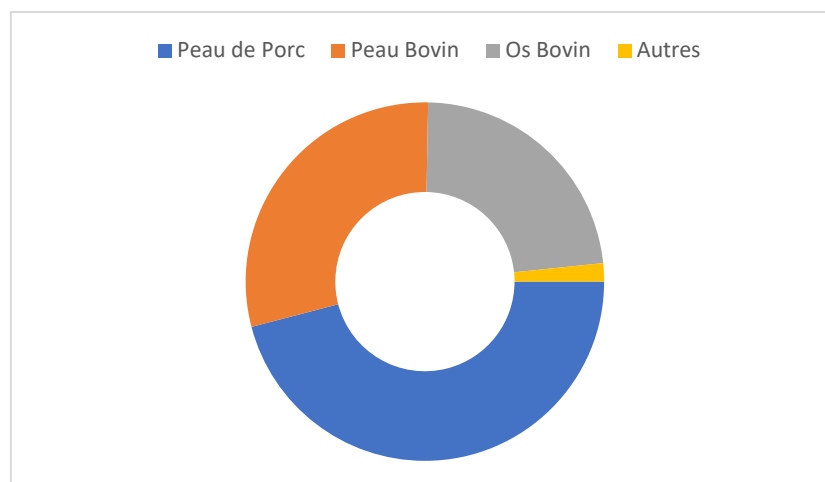


Figure 7: Source de la gélatine (Karim et Bhat., 2009)

3 Production de la gélatine

A l'avenir, l'intérêt de la gélatine ne sera pas, exclusivement réservé aux applications classiques ; de nouvelles utilisations dans les soins médicaux et dans les domaines techniques spécialisés se traduiront par l'utilisation de gélatine et d'hydrolysats de gélatine (Schrieber et Gareis, 2007).

La production annuelle de gélatine a connu un essor considérable de 1974 à 2005, passant d'une production de 130 000 tonnes/an à plus de 300 000 tonnes/an (Tableau N°01).

Tableau 1: Bilan mondial de la production en gélatine (Milliers de tonnes) (Rbii, 2010)

Année	1974	1990	2000	2005
Europe de l'Ouest	62	83	118	119
Europe de l'Est	12	10	4	7
Amérique du Nord	31	35	57	61
Amérique du Sud	5	21	35	52
Asie	15	38	38	59
Océanie et Afrique	5	6	6	7
Production Total	130	193	258	305

4 Transformation du collagène en gélatine

4.1 Le collagène

De manière générale, le collagène représente environ un tiers des protéines totales chez les mammifères. Il s'agit d'une protéine fibrillaire dont la structure chimique a été décrite par de nombreux auteurs (**Stainsby, 1977** ; (**Gorham, 1991**). Son rôle est primordial dans le développement des tissus ; il se présente sous la forme de fibres caractérisées, par une forte résistance mécanique, protégeant ainsi, les muscles contre de trop fortes tensions. La composition chimique du collagène varie, selon son origine. Cependant, on retrouve chez toutes les espèces des similitudes qui expliquent sa fonction de tissu conjonctif et le maintien de sa structure tridimensionnelle. Dans la famille des vertébrés, on retrouve plus d'une cinquantaine de collagènes différents, selon leurs structures et leurs propriétés (**Fratzl, 2008**).

Le collagène est constitué de manière générale, de trois chaînes de polypeptides qui contiennent toutes, le motif suivant (GLY-X-Y), ou X et Y représentent un acide aminé quelconque. C'est donc, pour ce motif que, le collagène va former une structure tri-hélicoïdale droite. (**Figure N°08**)

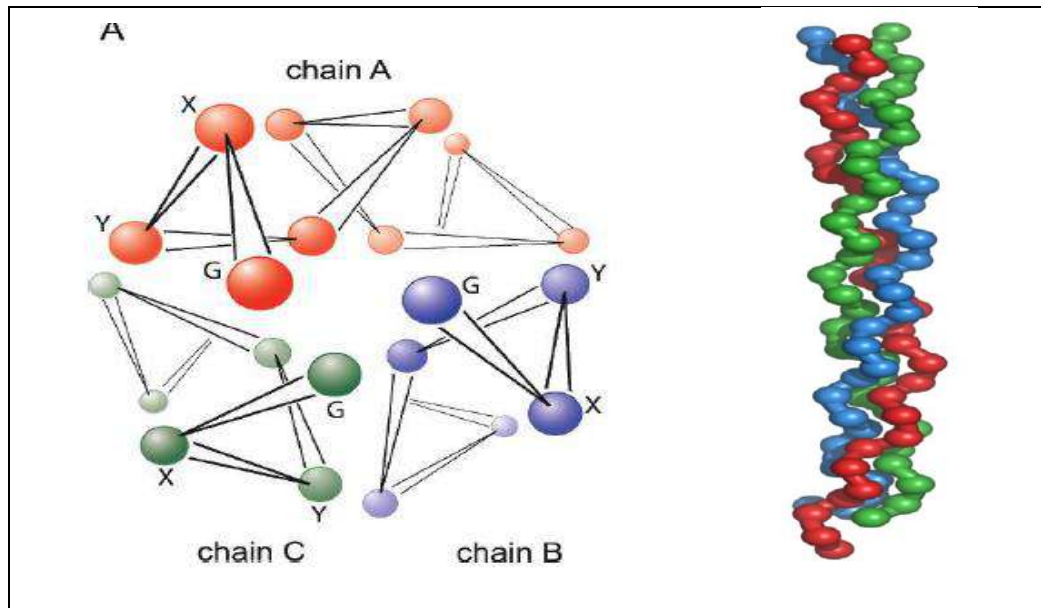


Figure 8: Structure tridimensionnelle du collagène. (Fratzl., 2008)

A : montre le long de l'axe moléculaire (G : glycine et X, Y : quelconques acide aminé).

B : montre l'enroulement de l'ensemble de la chaîne.

Les acides aminés prépondérants sont la glycine (33% des acides aminés totaux), la proline et l'hydroxyproline (21%), et enfin l'alanine (10%). Grâce à son atome d'hydrogène en position latérale, la glycine joue un rôle stabilisateur. Elle favorise le rapprochement et l'emboîtement des chaînes entre elles. La proline et l'hydroxyproline, de par leurs structures, occupent des positions où les chaînes sont moins resserrées, assurant ainsi, une certaine rigidité à la structure. On sait également que le groupement hydroxyle de l'hydroxyproline participe à la formation de liaisons hydrogènes, entre les chaînes et avec les molécules d'eau piégées dans la triple hélice (**Jones, 1977**).

A la différence des protéines globulaires, on rencontre dans le collagène, une certaine régularité des séquences :

- La glycine apparaît une fois sur trois, le long de la chaîne ;
- Les séquences Glycine-Proline-X et Glycine-Proline-Hydroxy-proline sont fréquentes.

Le tableau 2 résume le type et la constitution du collagène en fonction de la localisation tissulaire.

Tableau 2: Type de collagène et constitution en fonction de la localisation (Jones, 1977).

Types de collagène	Constitutions	Localisations tissulaires
Type I	Deux chaînes polypeptidiques $\alpha 1$ et une chaîne $\alpha 2$ différentes	Tendons, peau et os.
Type II	Trois chaînes identiques α	Cartilages et corps vitreux de l'œil
Type III	Trois chaînes identiques α	Vaisseaux sanguins et muscles squelettiques
Type IV & V	Constitution complexe	Membranes

4.2 Du collagène à la gélatine

La gélatine est, comme de nombreux extraits naturels, une appellation générique pour une famille de produits de nature polypeptidique, issus de l'hydrolyse partielle du collagène, protéines fibreuses contenues dans la peau, les tissus conjonctifs et les os animaux (**De Wolf, 2003 ; Grobber et al., 2005**). L'origine animale, la fraction d'animal, mais aussi les conditions d'extraction et de transformation définissent toute une gamme de gélatine. Elle dépend du taux de dénaturation et de dégradation du collagène, des masses moléculaires (105 à 300 kDa) et des propriétés chimiques qui les caractérisent (solubilité, pouvoir épaississant et gélifiant, émulsifiant et moussant, filmogène et thermoplastique, collant...etc.), étant à l'origine de leurs multiples applications.

Par ailleurs, **Highberger (1939)** signalait qu'ainsi de points de vue technique et commercial, on distinguera les gélatines de type B, obtenues par traitement alcalin des matières premières dont le point isoélectrique est compris entre 4,5 et 5,2, et des gélatines de type A, obtenues par traitement acide du collagène, dont le point isoélectrique est compris entre 6,3 et 9,5. Une classification en fonction du pouvoir gélifiant est aussi rencontrée.

Respectivement **Harding (1965) ; Jones (1977)** ont signalé que la conversion du collagène en gélatine a été longuement étudiée. Elle se réalise en deux étapes : la solubilisation du collagène (soit en milieu acide, soit en milieu basique) et sa conversion en gélatine. Cette dernière est le résultat de la dénaturation de la structure tertiaire de la triple hélice de tropocollagène. Les chaînes se dissocient et adoptent alors une configuration pelote statistique (**Jones, 1987**). Suite au fait que, l'état collagène n'est stabilisé généralement que par des liaisons

covalentes faibles (hydrogène, polaire, contacts hydrophobes et autres) qui sont sensibles à la chaleur et, lors de leur réchauffement, elles diminuent leur énergie de liaison.

La modification de la structure du collagène permettant la formation de liaisons transversales thermiquement régulières (par exemple les liaisons covalentes) génère un décalage important de la température de transformation, vers des valeurs supérieures. C'est en fait, la base du tannage du collagène, pour la fabrication du cuir, par la dénaturation du collagène, en présence de matières diminuant l'énergie des liaisons stabilisantes. La transformation collagène - gélatine se produit à une température normale. Un collagène normal d'un tissu physiologiquement adulte ne se dissout que très peu, lors de la température de réchauffement. Ceci est dû à la réticulation covalente se produisant lors du processus de vieillissement (Blazej *et al.*, 1984 ; Birk et Bruckner, 2005).

5 Structure et composition de la gélatine

La gélatine est une substance protéique pure, obtenue généralement par hydrolyse acide partielle (type A) ou hydrolyse alcaline partielle (type B) des fibres du collagène 63, rapporté par Alvarez (2014), représentée via la **figure 09**. Comme, elle peut être constituée par un mélange des deux types (Brodsky et Persikov, 2005).

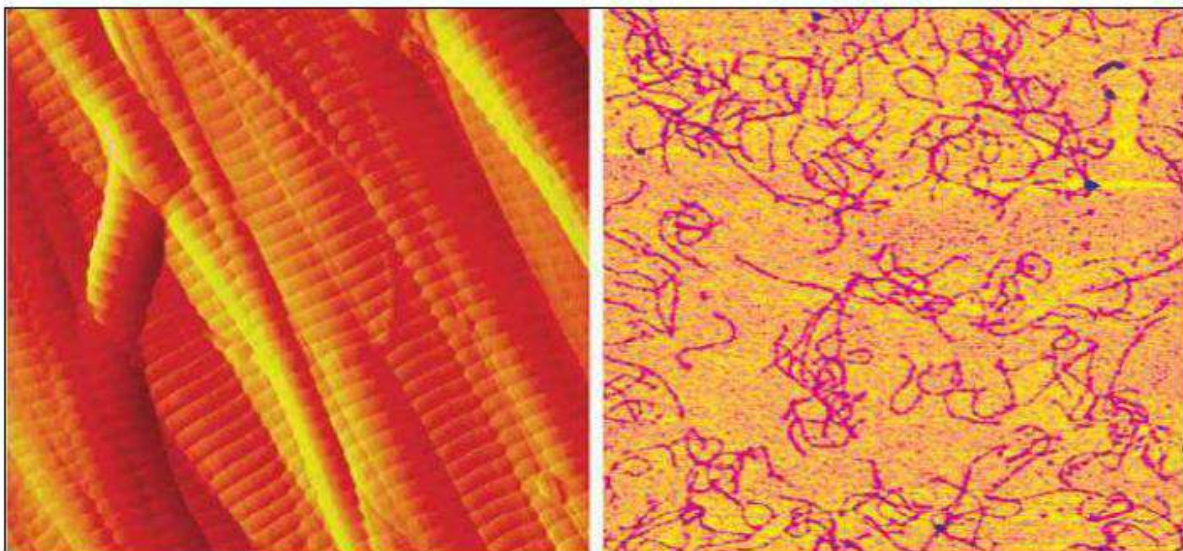


Figure 9 : Images montrant la structure fibreuse du collagène 63 constituant de base de la gélatine (Alvarez., 2014)

Gómez-Guillén *et al.*, (2002) signalent que la plupart des hydrocolloïdes sont des polysaccharides, tandis que la gélatine est une protéine digestible (contenant tous les acides

aminés essentiels, à l'exception du tryptophane. Sa composition en proline et en hydroxyproline peut varier d'une espèce, à une autre (**Schirber et Gareis, 2007**).

5.1 La structure primaire

Rbii (2010) révèle que la structure primaire est semblable à celle du collagène. L'analyse de la variation de la composition en acides aminés des gélatines, en fonction du prétraitement, démontre d'une manière générale, que le prétraitement acide modifie peu, la composition en acides aminés de la gélatine par rapport au collagène dont elle dérive. Et que le prétraitement alcalin transforme les résidus asparagine et glutamine en acides aspartique et glutamique. (**Tableau N° 03**).

Tableau 3 : Comparaison des compositions types en acides aminés des gélatines de type A, de type B et du collagène ; exprimées en résidus pour 1000 résidus d'acides aminés (Rose, P.I., 1987)

Classes d'acides aminés	Acides aminés	Gélatine type A	Gélatine type B	Collagène (Type I)
R Hydrophobe	Alanine	112	117	114
	Hydroxyproline	91	93	104
	Isoleucine	10	11	11
	Leucine	24	24,3	24
	Méthionine	3,6	3,9	5,7
	Phénylalanine	14	14	13
	Proline	132	124	115
	Tryptophane	-	-	-
	Valine	26	22	22
R polaire non chargé	Glycine	330	335	332
	Asparagine	16	0	16
	Glutamine	25	0	25
	Sérine	35	33	35
	Thréonine	18	18	17
	Cystéine	-	-	-
	Tyrosine	2,6	1,2	4,4
R Chargé > 0	Arginine	49	48	51
	Histidine	4	4,2	4,4
	Hydroxylysine	6,4	4,3	5,4
	Lysine	27	28	28
R Chargé < 0	Acide Aspartique	29	46	29
	Acide Glutamique	48	72	48

On peut constater que la gélatine est composée d'un certain nombre d'acides aminés hydrophobes (proline, leucine) et hydrophiles (sérine, arginine...etc.), qui lui confèrent un caractère amphiphile (Rbii, 2010).

5.2 La structure secondaire :

Selon l'origine de la matière première et le type de traitement qui lui est appliqué, la dénaturation du tropocollagène, en gélatine peut fournir trois types de molécules. Les chaînes $\alpha 1$ et $\alpha 2$, les chaînes β qui sont issues de l'association entre une chaîne $\alpha 1$ et une chaîne $\alpha 2$ ($\beta 11$; $\beta 12$), et des chaînes γ , oligomères de 3 chaînes α ($\gamma 112$).

Les chaînes α , β et γ se différencient par leurs masses moléculaires moyennes respectives de 100 000, 200 000 et 300 000 g.mol⁻¹ (Figure N° 10), donnant lieu à un mélange de fragments de différents poids moléculaires. (Rbii, 2010)

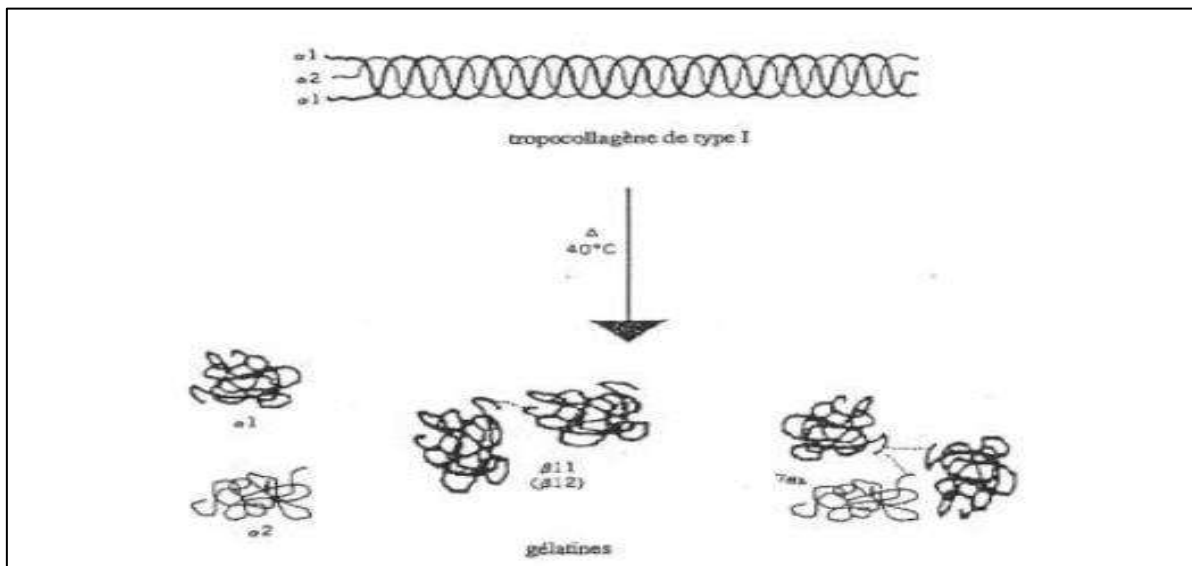


Figure 10 : Produits de la dépolymérisation du collagène (Rose, 1987)

6 Caractéristiques et propriétés technologiques de la gélatine

Le comportement physico-chimique de la gélatine est principalement déterminé par la séquence en acides aminés de la molécule, par sa structure spatiale, sa distribution en masses moléculaires, ainsi que par les conditions du milieu (pH, force ionique et la réaction avec d'autres composés) (Rbii, 2010)

Les propriétés fonctionnelles de la gélatine peuvent être divisées en deux catégories. Les propriétés de la première catégorie sont associées à la gélification, notamment la force et le

temps de gélification, la viscosité, la texturation, le pouvoir épaississant et la capacité de rétention d'eau. Le deuxième groupe concerne le comportement de gélation, selon les propriétés de surface, citons pour exemple, le pouvoir émulsifiant, stabilisant, moussant et la capacité de formation de films (**Karim et Bhat, 2008 ; Gómez-Guillén et al., 2011**).

6.1 Caractéristiques physiques

6.1.1 Pouvoir gélifiant ou force de gel

La gélatine présente des propriétés gélifiantes, à condition que ses particules soient capables de s'assembler, pour former un réseau tridimensionnel poreux, au sein duquel, le liquide de dispersion est immobilisé.

Pour former ce réseau, les molécules interagissent fortement entre elles, dans des zones limitées appelées, zones de fixation ou zones de jonction. La solidité et le nombre de zones de fixation déterminent les caractères rigides et réversibles d'un gel. (**Chène, 2000 ; Martini, 2000**)

Parmi les critères les plus importants qui déterminent la qualité de la gélatine, c'est le degré de bloom qui se situe, généralement entre 50 et 300. Il caractérise le filmogène et le pouvoir gélifiant de la gélatine (degré de bloom élevé implique pouvoir gélifiant élevé) (**Chène, 2000**). Ce pouvoir dépend de la concentration et de la force intrinsèque de la gélatine qui a la capacité de former des gels thermoréversibles, en fonction de la température. Cette propriété est d'importance majeure, pour étudier les applications de la gélatine (**Schrieber et Gareis, 2006**)

6.1.1.1 Signification du degré de bloom

C'est la force maximale mesurée, lors de la pénétration d'un cylindre standardisé de ½ pouce de diamètre, à une profondeur de 4 mm, et disposant d'une vitesse de 1 mm/seconde, pour un gel de 6,67% mûré, pendant 18 heures, à 10°C, dans un flacon spécifique à la gélatine.

C'est l'essai préconisé par la pharmacopée, mais il est possible de faire des solutions de concentrations croissantes de la gélatine, à étudier et noter à partir de quelle concentration, il y a prise en gel (**Le Hir, 2001**)

Quelques exemples d'applications industrielles, selon les blooms, sont mentionnés, dans le **tableau N°04**.

Tableau 4: Exemples de Blooms par application (Rbii, 2010)

Applications	Bloom (g)
Guimauves	75-125
Nougats	100-150
Desserts/laitiers industriels	150-250
Capsules molles	120-200
Capsules dures	150-280
Photographie	200-300

6.1.1.2 Mécanisme de gélification de la gélatine

La pénétration du soluté à l'intérieur de la matrice du gel de gélatine forme, ce qu'on appelle, gel colloïdal semi-solide. Ce phénomène dépend des conditions environnementales, comme le pH, la température, le champ électrique, la lumière, la pression, la force ionique et la nature du solvant. (Galaev et Mattiasson, 2007)

Le mécanisme de gélification peut être exprimé par les étapes suivantes :

- Diffusion du solvant ;
- Agrégation des particules au sein du solvant ;
- Gélification par formations des amas et des réseaux réticulés.

6.1.1.3 Conditions d'une gélification complète

Selon Chène (2000), pour qu'il y ait complète gélification, des conditions sont indispensables qui se résument dans :

- **La durée** : le gel se forme immédiatement à 10°C, mais 16 heures sont nécessaires, pour atteindre la gélification maximale ;
- **La concentration** doit dépasser 0,8%, au minimum. Cette dernière est appelée la concentration critique de gélification, à un moment où la force de gel est une fonction non linéaire de la concentration ;
- **Le pH et la température** : plus le pH est bas et la température est élevée, plus la formation de gel est faible. Par contre, une fois le gel formé, il est peu sensible à l'acidité ;
- Le cisaillement, avant gélification : il diminue la force de gel ;

- La présence de soluté : le sel diminue légèrement la force du gel, alors que la présence de sucre l'augmente.

6.1.2 Solubilité et gonflement

Le Hir (2001) rapporte que la gélatine est relativement insoluble dans l'eau froide. Lorsque ses grains sont ajoutés à l'eau froide (température ambiante), ils absorbent l'eau, jusqu'à 100 fois leur poids initial et se gonflent rapidement. Mais, elle devient rapidement soluble dans l'eau chaude. (Figure N°11)

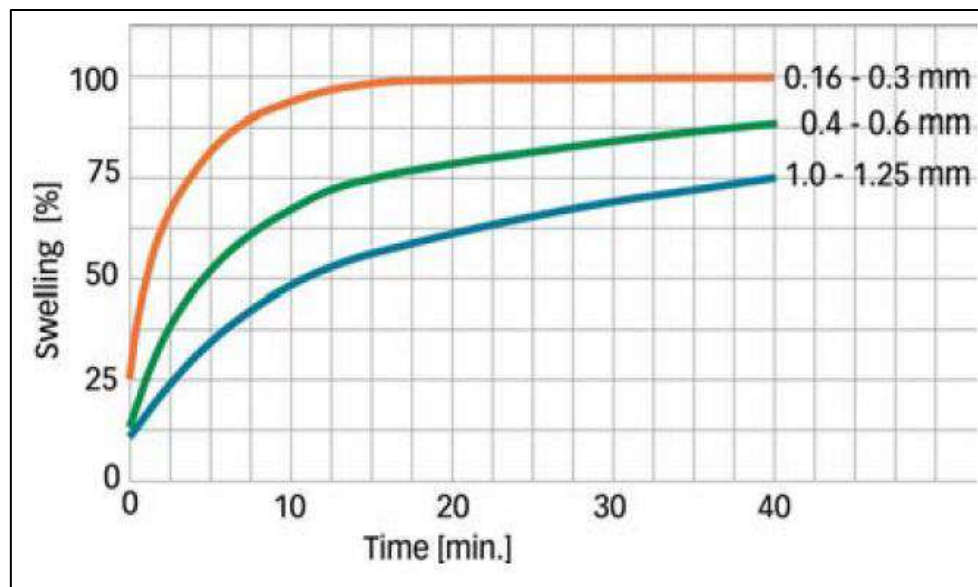


Figure 11 : Variation du gonflement, en fonction du temps et de la taille des particules de la gélatine (Le Hir, 2001)

À $T = 40^{\circ}\text{C}$, les grains se solubilisent, jusqu'à la formation d'une solution homogène. La vitesse de solubilisation dépend de la température, de la concentration et de la taille des particules (Chène, 2000). La gélatine est aussi soluble dans l'acide acétique, le trifluoroéthanol, le glycerol, l'éthane-1,2-diol et quelques autres solvants organiques. (Ward, 1977).

6.1.3 La viscosité

La viscosité de la gélatine, en solution augmente avec la concentration et diminue avec la température. La présence des sels libres, dans la solution diminue la viscosité. Si le pH est le point isoélectrique de la gélatine, la viscosité passe par un minimum, et ce, quel que soit la concentration de la solution utilisée, comme il est représenté par les deux courbes de la figure N°12.

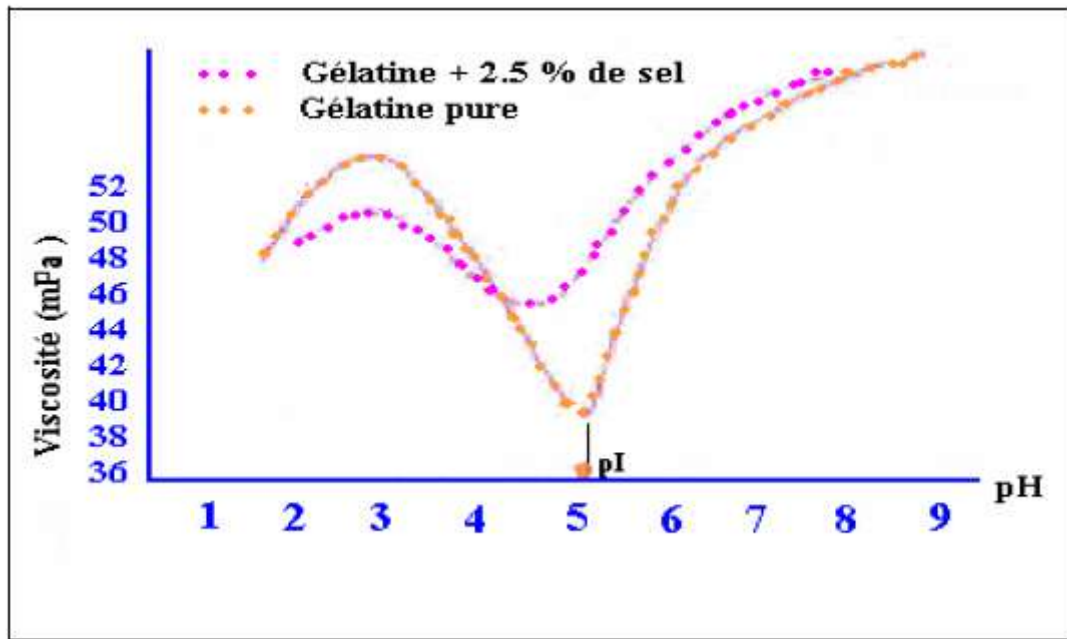


Figure 12 : Effet du pH sur la variation de la viscosité pour la gélatine pure et pour la gélatine additionnée au sel (Schrieber et Gareis, 2006)

Le Hir (2001), signale que la nature macromoléculaire et la viscosité de la solution, à différentes températures et concentrations exhibent des propriétés rhéologiques de nature newtonienne qui sont initialement relatives, à la distribution du poids moléculaire. (Figure N° 13)

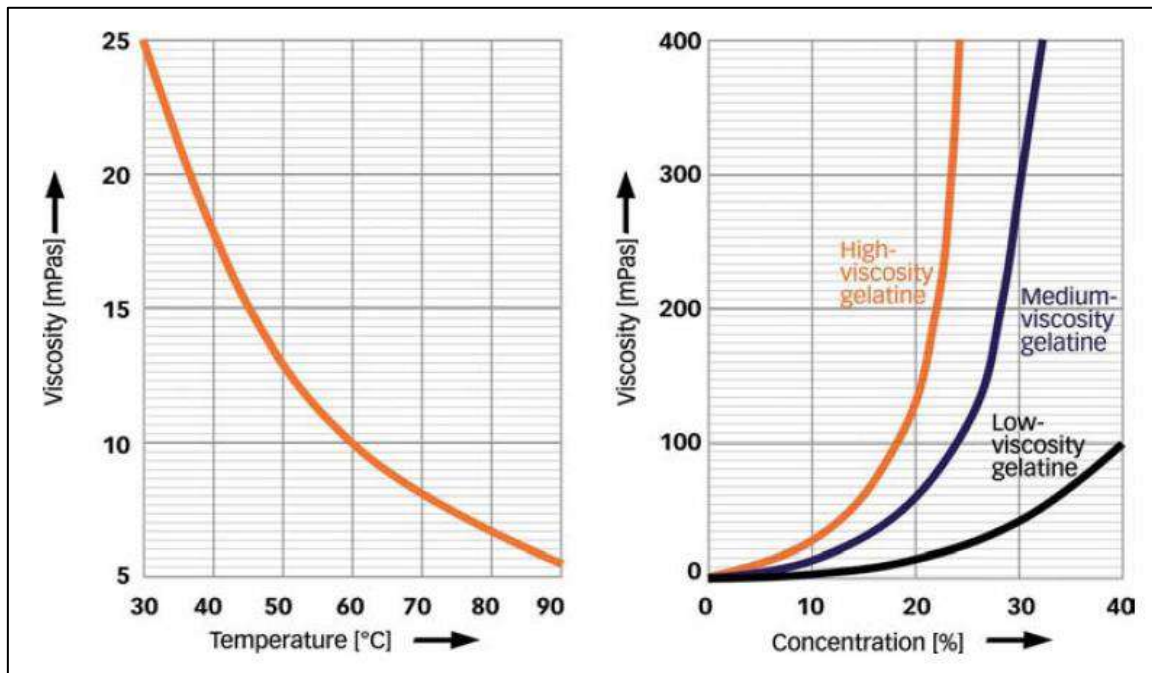


Figure 13 : Influence de la température et de la concentration sur la viscosité

6.1.4 Le pH et le point isoélectrique (pIE)

La mesure standardisée s'effectue sur des solutions à 6.67%. Toutes les solutions de gélatine ont un pH qui varie en fonction du traitement subi par les matières premières, et compris entre pH 4 et pH 6.5, donc légèrement acide.

La gélatine est un exemple de polymère amphotère, présentant des propriétés cationiques, en milieu acide et des propriétés anioniques, dans un environnement alcalin. Elle se caractérise donc, par le point isoélectrique (pIE) qui joue sur son aptitude au mélange avec d'autres hydrocolloïdes, c'est-à-dire, par le pH auquel, elle est globalement neutre (autant de charges positives que négatives) (Karim et Bhat, 2008).

6.1.5 La turbidité (ou limpidité)

La turbidité peut être considérée comme un signe de mauvais traitement ou de gélatines de basse qualité. Elle est évaluée sur des gélatines en solution et en gel ; cette mesure reflète le degré de « trouble » de la solution ou d'opalescence du gel. Cette caractéristique est normalement mesurée à l'aide d'un néphélomètre, équipé d'une cellule photo-électrique qui détermine la quantité de lumière diffusée par un gel de 6.67% de concentration, contenu dans un tube à essai éclairé, selon un axe. (Abossolo, 2011).

6.2 Caractéristiques chimiques

La gélatine nouvellement produite doit respecter certaines limites, touchant les produits toxiques qui sont résumés dans le **tableau N°05**.

Tableau 5 : Résidus chimiques présents (GME, 2008)

Éléments	Limites	Éléments	Limites
As	1 ppm	Zn	50 ppm
Pb	5 ppm	Humidité (105° C)	15 %
Cd	0,5 ppm	Cendres (550° C)	2 %
Hg	0,15 ppm	SO ₂ (Reith Willems) (1)	50 ppm
Cr	10 ppm	H ₂ O ₂ [Pharmacopée européenne 1986 (V ₂ O ₂)]	10 ppm
Cu	30 ppm	(2)	

(1) Dans Pharmacopée européenne, 2e éd., p. 300-1 à 330-5, vol. 328 (1984).

(2) Méthode mentionnée dans la directive 1999/724/EC.

6.3 Caractéristiques microbiologiques

Chaque lot de production de gélatine sera soumis à des analyses pour s'assurer, qu'il répond aux critères définis dans le **tableau N°06**.

Tableau 6 : Critères microbiologiques (GME, 2008)

Paramètres microbiologiques	Normes (1)
Flore mésophile totale	< 103/g
Coliformes (30 °C)	Abs /g
Coliformes (44,5 °C)	Abs / 10g
Spores de bactéries anaérobies sulfite réductrices (absence de dégagement gazeux)	< 10/g
<i>Clostridium perfringens</i>	Abs. /g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Abs. /g
Salmonelle	Abs. /25g

6.4 Propriétés technologiques

6.4.1 Couleur

Elle dépend de la nature de la matière première utilisée, dans sa préparation et du rang d'extraction (premier, deuxième bouillon...etc.). Une solution de gélatine se présente, sous une coloration jaune brun plus ou moins marquée. Cette coloration a plus ou moins d'importance suivant, les utilisateurs. La mesure de coloration s'effectue sur des solutions de gélatine à 6.67%, à l'aide d'un spectrophotomètre à 450 nm. (**Abossolo, 2011**).

6.4.2 Odeur et le goût

Il n'existe pas de méthode de contrôle de l'odeur et du goût. Le faible goût caractéristique de la gélatine sera pratiquement éliminé, dans tous les secteurs d'utilisation, par les autres agents de sapidité et de goût utilisés dans le produit. (**Abossolo, 2011**).

6.4.3 Pouvoir épaississant

La gélatine présente des propriétés épaississantes lorsque ses molécules ne peuvent pas s'associer fortement entre elles. Leur simple présence gêne la mobilité du liquide, dans lequel

elles sont dispersées et conduit à une augmentation de la viscosité de la solution. (Martini, 2000)

Ainsi, ses molécules peu déformables rigides forment au repos, des édifices stabilisés par des interactions faibles (liaisons hydrogènes, forces de Van der Waals). En dessous de la concentration critique (0,8 %), la gélatine peut être utilisée, comme agent épaississant. (Chène, 2000)

6.4.4 Pouvoir filmogène

Lorsqu'une solution de gélatine est étalée en fine couche sur une surface et passe de l'état solide, à l'état gel, elle forme un film. Cette propriété est mise à profit dans la fabrication de capsules dures et molles et en micro capsulation, des principes actifs. (Ward, 1977)

6.4.5 Pouvoir émulsifiant

Dans sa qualité de protéine, la gélatine s'adsorbe à l'interface des gouttelettes d'huile et ainsi stabilise l'émulsion de type huile/eau. Cette stabilisation est accentuée par la propriété de gélification, à l'interface. Ce pouvoir émulsifiant de la gélatine lui permet d'obtenir, par brassage, une dispersion homogène, dans un mélange de constituants naturellement non miscibles. (Surh et Decker, 2006).

6.4.6 Pouvoir foisonnant

Le pouvoir foisonnant de la gélatine permet d'augmenter, dans de fortes proportions, le volume d'un mélange d'ingrédients, à condition qu'il contienne de l'eau. La phase gazeuse ou les bulles d'air créées par battage du mélange sont capturées dans des microbilles de gélatine et maintenues dans un état de dispersion stable. (Ward, 1977).

6.4.7 Pouvoir stabilisant

La prise en gel permet la stabilisation et la protection des solutions colloïdales et des émulsions. Le pouvoir stabilisant de la gélatine est souvent supérieur, aux autres polymères naturels. (Chène, 2000).

6.4.8 Pouvoir moussant

Selon Ward (1977), la gélatine possède également des propriétés tensioactives qui vont la conduire à s'absorber à l'interface gaz/ eau, puis à stabiliser la mousse, par gélification en surface.

Chapitre III

Procédés

d'extraction et

domaines

d'application

1 Le procédé d'extraction de la gélatine

1.1 Description générale du procédé

La conversion du collagène en gélatine soluble est achevée par un chauffage en milieu acide ou basique (**Karim et Bhat, 2009**). La solubilisation thermique du collagène est due au clivage, de certaines liaisons covalentes inter et intramoléculaire de la protéine. De plus, certaines liaisons amides, au niveau de la chaîne élémentaire de la molécule du collagène sont hydrolysées (**Bailey et Light, 1989**).

Le processus d'extraction influe sur la longueur des chaînes polypeptidiques et sur les propriétés fonctionnelles de la gélatine résultante. Cette influence est due aux différents paramètres d'extraction (la température, le temps et le pH), le prétraitement, la composition et la qualité de la matière première. En outre, la gélatine produite possède une composition variable avec des propriétés spécifiques, selon l'application désirée (**de Wolf, 2003**).

Tous les procédés industriels adoptés pour l'extraction des gélatines sont constitués principalement de trois étapes présentées, dans ce qui suit et récapitulé dans la figure 14.

1.1.1 Prétraitement

Trois différents procédés sont utilisés pour préparer la matière première à l'extraction (préhydrolyse du collagène).

1.1.1.1 Traitement acide :

Ce traitement est appliqué pour une matière première peu réticulée connue, le collagène de la peau de porc et des poissons. Les peaux sont lavées et trempées dans une solution diluée d'acide minérale (pH entre 3,5 et 4,5). Le traitement s'effectue à température ambiante et dure entre 10 et 48 heures. Grâce à un gain de temps considérable, le procédé acide permet donc une réduction importante des coûts de production. La gélatine obtenue, après un prétraitement en milieu acide est appelée gélatine de type A. Le procédé acide étant relativement court, il n'y a pas de modification de la séquence primaire du collagène. Le point isoélectrique du collagène et de la gélatine A sont donc identiques ($\text{pH} = 9,5 > \text{pI} > \text{pH} = 6$). (**Portier, 2017**)

1.1.1.2 Traitement alcalin :

Ce traitement est utilisé pour des tissus densément réticulés. Le taux de réticulation inter et intra chaîne du collagène dépend de l'âge de l'animal ; plus une bête est âgée et plus le

collagène de ses tissus est réticulé. Ce taux de réticulation varie également en fonction des tissus. (Portier, 2017)

Un tissu comme l'os, soumis à de très fortes contraintes mécaniques et constitué d'une matrice organique dense et organisée (Eckes, 2010) présente un taux de réticulation du collagène bien plus élevé, que celui de la peau. Afin d'extraire la gélatine de ces tissus, il est nécessaire de cliver ces liaisons covalentes, entre les chaînes de collagène. Cependant, cette opération doit être effectuée en préservant au maximum l'intégrité des chaînes α . (Grinnell, 2003).

Les industriels ont développé un procédé alcalin, permettant de rompre efficacement la réticulation des tissus densément réticulés, tel que l'osséine ou la peau de bœuf. Le prétraitement en milieu alcalin consiste à immerger l'osséine ou les peaux, dans du lait de chaux (pH 12), à 20°C (température contrôlée), pendant 6 à 12 semaines. On effectue ensuite, une étape de lavage à l'eau, sur des tapis vibrants, avant de débiter l'étape d'extraction. La gélatine obtenue, après un prétraitement en milieu alcalin, est appelée gélatine de type B. (Portier, 2017)

1.1.1.3 Traitement enzymatique :

Il est relativement nouveau et présente des avantages, comparé au traitement alcalin ; le processus est rapide, le rendement est pratiquement plus élevé, la gélatine est plus pure et les propriétés physiques de la gélatine obtenue sont meilleures (Foret, 2003).

1.1.2 Extraction de la gélatine :

Après l'étape de prétraitement, on passe à l'extraction de la gélatine. Les morceaux de peau et d'osséine sont successivement immergés dans des solutions d'eau chaude acidulée, de température croissante (de 55 à 100°C). La matière subite ainsi, une suite de 5 à 6 extractions, chacune d'elle, durent plusieurs heures. Au cours de ces étapes, le collagène est alors dénaturé et hydrolysé, libérant ainsi la gélatine, dans l'eau de cuisson, on obtient un bouillon de gélatine. La composition du bouillon de gélatine dépend fortement de la température du bain de cuisson. Le bouillon issu du premier bain ($T = 55^{\circ}\text{C}$) contient les chaînes les plus longues, qui donneront les gels les plus résistants. C'est une solution claire, contenant peu de molécules contaminants (glucides, lipides, protéines...etc.). À l'inverse, le dernier bouillon (100°C) contient les chaînes de collagène les plus dégradées, formant les gels les plus faibles. De plus, la proportion en molécules contaminants y est la plus élevée, donnant au bouillon une couleur orangée et un aspect turbide. Par conséquent, chaque bain d'extraction contient une gélatine aux propriétés

physico-chimiques différentes. Chacun de ces « lots » de gélatine trouve son application. (Portier, 2017).

1.1.3 Pasteurisation et filtration

La pasteurisation a pour but de détruire un maximum de germes, sur un échangeur à plaques, chauffé à la vapeur à 125°C et refroidi ensuite, à une eau à 60°C. La filtration permet ensuite de clarifier les « jus » de gélatine. (Luc Daniel, 2014)

1.1.4 Déminéralisation de la gélatine :

Elle a pour but d'éliminer dans un bouillon de gélatine les cations et anions. Le bouillon de gélatine passe, au travers de deux colonnes cationique et anionique. (Luc Daniel, 2014)

1.1.5 Concentration :

Le but de la concentration est d'augmenter la teneur en gélatine, en évaporant l'eau, et ainsi obtenir un bouillon qui gélifie, à 30°C. Le bouillon arrive à l'étape, d'une concentration à 7% de gélatine et ressort avec une concentration en gélatine de l'ordre de 45%. (Abossolo, 2014)

1.1.6 Séchage :

Le but de cette étape étant d'abaisser le pourcentage d'humidité de la gélatine, le gel est extrudé, sous forme de filaments ou de « nouilles », pour augmenter sa surface d'échanges et favoriser ainsi, son séchage en continu, sous courant d'air filtré (**Figure N°15**). Les « nouilles » séchées (10-15% d'humidité) sont ensuite broyées, avant de subir des contrôles au laboratoire. (Luc Daniel, 2014)

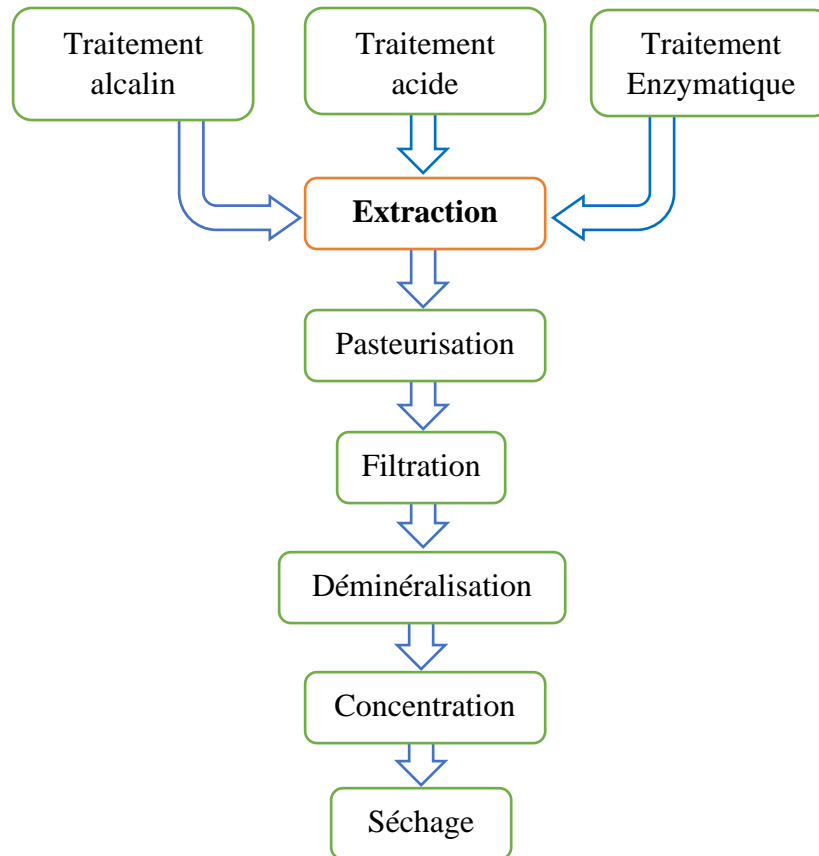


Figure 14 : Procédé d'extraction de la gélatine (Luc Daniel, 2014)

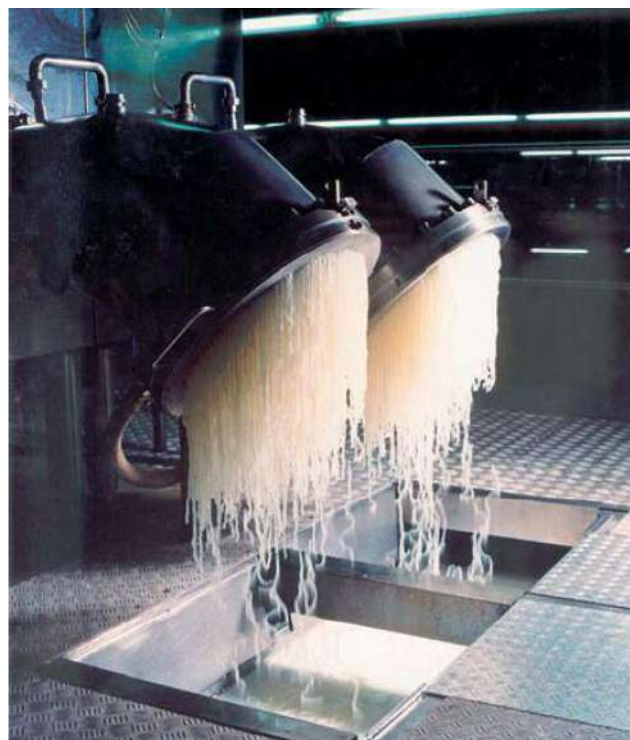


Figure 15 : Nouilles de gélatine (Gelatin Handbook)

1.2 Les facteurs qui influencent le rendement d'extraction

Les étapes qui influencent la qualité et la quantité du produit, sur lesquelles une attention particulière devra être portée pour obtenir de la gélatine sont le prétraitement et la cuisson. Les facteurs qui influencent le rendement et la qualité de la gélatine seront directement liés à ces deux étapes.

1.2.1 Température, pH, temps d'extraction et agitation

Ces quatre paramètres sont très importants et déterminent la qualité (bloom, couleur) et la quantité (rendement d'extraction) de la gélatine qui sera produite.

- La température d'extraction est un paramètre qui varie entre 60°C et 100°C, en fonction du mode d'extraction utilisé. Elle croît avec l'étape d'extraction.
- Le temps nécessaire pour une extraction conventionnelle de la gélatine varie, entre 10 et 20 heures. Généralement, le temps d'extraction croît avec l'étape d'extraction.
- Le pH d'extraction est un paramètre qui varie en fonction du prétraitement effectué et de la nature de la matière première. Le PH d'extraction des os se situe ordinairement entre 5 et 7, celui des couennes de porcs entre 3,5 et 4,5 alors que celui des peaux de bovins, entre 5,2 et 7.
- L'agitation lente, pendant la cuisson augmente le rendement d'extraction (**Abossolo, 2011**)

1.2.2 La quantité d'eau totale d'extraction

Le ratio quantité d'eau d'extraction et de la matière collagénique est très important pour l'obtention d'une gélatine de bonne qualité. Lorsque, nous réalisons une extraction multiple, préférable pour les premières extractions, et que le ratio soit plus élevé de l'ordre de 1,5-2,5/1 (matière collagénique / eau). Cette étape se déroule à une température comprise, entre 50-65°C, pendant 3 à 4 heures, pour chaque étape d'extraction. Cependant, pour les dernières phases, la gélatine obtenue est de moins bonne qualité et il est préférable de diminuer le ratio au fur et à mesure que les stades d'extraction augmentent, jusqu'à 0,5/1. Il faut noter que la température augmente graduellement car plus d'énergie favorise l'extraction de la gélatine. Elle peut aller jusqu'à 100°C et plus. Cependant, il faut diminuer le temps d'extraction, graduellement, allant jusqu'à 30 mn, pour des températures très élevées. Le ratio de l'extraction totale doit se situer, aux alentours de 9-10/1. Ensuite, on procède à une concentration, via un moulage pour obtenir la forme souhaitée puis, s'effectue un séchage. (**Luc Daniel, 2014**)

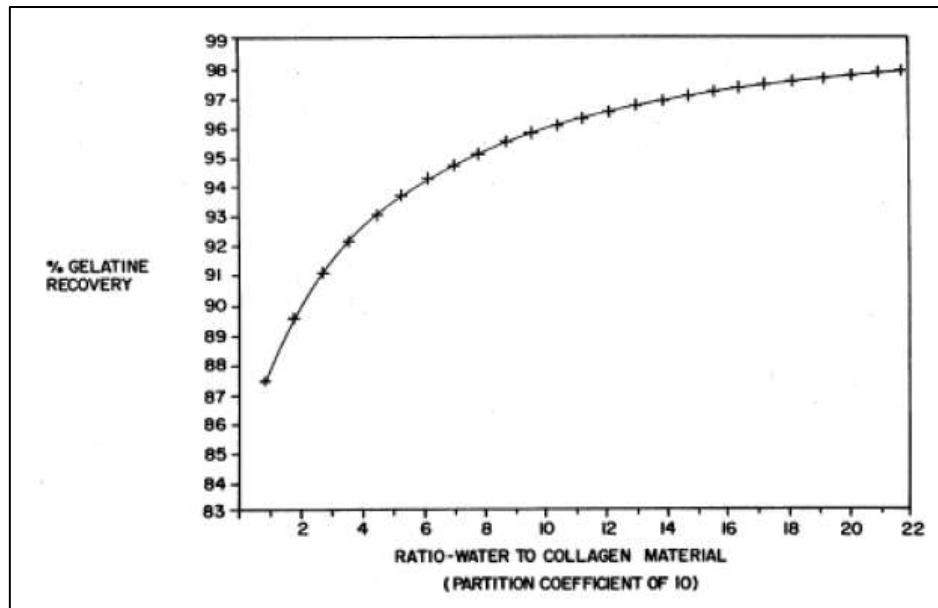


Figure 16 : Rendement d'extraction en fonction du ratio eau/matière collagénique

1.2.3 La nature de l'acide lors de l'étape d'acidulation

L'étape d'acidulation est très importante dans le procédé d'extraction de la gélatine. La qualité de la gélatine obtenue en dépend, du point de vue de la quantité d'acide utilisée mais aussi, de ces caractéristiques et de sa nature. En dehors des acides inorganiques, sont généralement employés les acides chlorhydrique, sulfurique et phosphorique. Les acides organiques (acide citrique, tartrique) peuvent également entrer, dans cette étape d'acidulation. De manière générale, la gélatine obtenue par traitement d'acides organiques est de meilleure qualité (odeur, bloom, couleur) que ceux traités par les acides inorganiques (**Luc Daniel, 2014**).

Un autre avantage de l'utilisation des acides organiques est qu'ils sont très faiblement ionisés, en comparaison avec les acides inorganiques, communément employés. Lors de la production de la gélatine, une acidulation par un acide organique due au phénomène d'ionisation, le pH de la solution décroît jusqu'à des valeurs proches de 1. Ce phénomène entraîne des conséquences irréversibles sur la qualité de la gélatine finale, à l'inverse d'un acide organique, où le pH demeure relativement élevé, consistant en une conservation des propriétés de la gélatine finale. Des tampons d'acides organiques ou inorganiques peuvent également être utilisés dans l'étape d'acidulation car ils permettent d'éviter des variations de pH, dues à l'ionisation de la solution. (**Luc Daniel, 2014**).

1.2.4 Mode extraction : multiple (conventionnel) ou extraction unique

Une comparaison faite entre une extraction multiple (5 étapes) et une simple et unique extraction montre que la simple extraction donne une gélatine, ayant de meilleures propriétés technologiques notamment le bloom (force du gel), avec approximativement, un rendement d'extraction semblable (**Luc Daniel, 1951**).

Cependant l'extraction simple et unique subit quelques modifications. Alors que l'extraction multiple obéit au procédé conventionnel de fabrication de la gélatine. Les modifications apportées à l'extraction simple apparaissent juste, avant l'étape d'extraction à l'eau chaude ou à la cuisson. Ces modifications interviennent, aussitôt après le prétraitement (alcalin ou acide). Le matériel collagénique va subir une étape de séchage (à 37°C pendant 16 heures, puis à 55°C pendant 8 heures), puis écrasé au moulin. L'extraction (cuisson) se fait ensuite à environ 60°C, pendant seulement, 30 minutes. Le tableau 07 résume les résultats obtenus (bloom), et les deux modes d'extraction comparés.

Tableau 7: Comparaison de la force de la gélatine obtenue par les deux modes d'extraction (Luc Daniel, 2014).

Modes d'extraction	Température de cuisson (en °C)	Temps de cuisson (en heures)	Force du gel (Bloom)
Cuissons multiples			
1 ^{re} cuisson	60	4	285
2 ^e cuisson	68	4	222
3 ^e cuisson	77	4	179
4 ^e cuisson	85	4	127
5 ^e cuisson	100	10	50
Cuisson unique			
Simple cuisson	60	0,5	300

2 Domaines d'application

La gélatine possède des qualités particulières recherchées par l'industrie, pour obtenir des textures spécifiques. La propriété « gélifiante » de la gélatine est la plus connue et la plus

utilisée. Le marché de la gélatine se caractérise par l'existence de trois segments essentiels ; alimentaire, photographique et pharmaceutique.

2.1 Domaine alimentaire

Dans la production alimentaire moderne, la principale propriété utilisée est sa capacité unique à réagir à la chaleur ; la gélatine fond à 37°C, la température du corps, puis s'affermi en refroidissant. **(Rbii, 2010)**

La gélatine est largement utilisée en industrie alimentaire, grâce à sa texture agréable et son caractère fondant. De nombreux produits allégés ou pauvres en matières grasses n'existeraient pas sans la gélatine. Elle est ainsi présente dans la margarine ou le beurre allégé, les pâtes à tartiner ou les fromages à taux réduit en matières grasses. La gélatine est sans goût, lie de grandes quantités d'eau, forme des gels et procure une agréable sensation en bouche. La gélatine est très utilisée en préparations alimentaires comme agent épaississant et gélifiant **(Gomez- Estaca et al., 2009)**. La gélatine alimentaire est indispensable dans de nombreuses confiseries, telles que les bonbons gélifiés (ours, gommages), les caramels mous, etc. Elle leur confère une grande élasticité, une consistance optimale pour la mastication et améliore leur durée de conservation. C'est la gélatine qui donne aux terrines et aux aspics leur apparence si appétissante. En poissonnerie, la gélatine est surtout employée pour la fabrication de produits en gelée. Outre ses fonctions esthétiques, la gélatine protège de la lumière et de l'oxygène. Sa capacité à fondre à la température de consommation en fait un substitut indispensable aux matières grasses dans les aliments allégés. La gélatine, un polymère naturel également considéré comme un sous-produit de l'industrie alimentaire, possède un grand nombre d'applications comme films biodégradables et comestibles. La forte abondance de la gélatine à des coûts relativement bas, ajoutée à sa biodégradabilité, à ses excellentes propriétés filmogènes, ses bonnes propriétés barrière à l'oxygène et aux arômes ont fait de cet hydrocolloïde un bon matériau pour des applications en emballages comestibles ou emballages actifs **(Gomez- Estaca et al., 2009)**.

Un apport souvent modeste de gélatine permet, selon la qualité et le dosage sélectionnés, d'obtenir une texture veloutée, crémeuse ou ferme, d'éviter la synérèse et d'améliorer la présentation. D'un point de vue pratique, la gélatine présente l'avantage de se dissoudre dès la phase de chauffage et de s'adapter à tous les procédés de fabrication de produits laitiers. **(Abossolo, 2011)**

2.1.1 Produits laitiers fermentés, caillés, agités et thermiquement traités

Le lait se compose principalement de graisse, de protéines, de sucre, et d'eau, c'est donc une émulsion complexe d'huile-eau. Le lait a son propre système stabilisateur d'émulsion, sous forme de caséine. La caséine, au pH neutre lie le calcium minéral, permettant au lait d'être bouilli, sans cailler. Cependant si, le calcium est dissocié de la protéine par l'addition d'un acide, la présure d'enzymes, ou d'autres agents de fermentation, le lait caille en formant un gel de caséine. Cette propriété est utilisée par l'industrie laitière, pour produire le fromage, le lait fermenté, les laits caillés, et le yaourt. Pendant ce processus, la caséine perd ses propriétés stabilisantes et émulsifiantes. Cette perte peut être compensée en partie, par la gélatine, dans le système émulsion huile-eau du lait. Elle peut empêcher la matière grasse du lait homogénéisée de s'écrémer trop rapidement, par exemple, en boissons au lait mélangées. La gélatine fait baisser la tension superficielle de la phase aqueuse et entoure les grosses gouttelettes du lait, avec un film extrêmement mince qui les rend hydrophiles. Ces films minces ont la même charge électrique, ils se repoussent, et l'émulsion est stabilisée. Plus le film est épais, plus, il est résistant à l'effort mécanique et la température et plus il devient plus stable. Pour cette raison, les hautes gélatines de fleur avec un pH ajusté sur l'IEP sont particulièrement appropriées. (Abossolo, 2011)

2.1.2 Stabilisation contre la Synérèse

La synérèse est l'exsudation du composant liquide d'un gel. Dans le cas du lait, c'est le processus par lequel le petit lait est expulsé du gel de caséine, suscité par la tension de rétrécissement. Il se produit en raison de la fluctuation de température, pendant le stockage prolongé qui précède la pasteurisation. Cette tension peut être influencée, uniquement, dans une certaine mesure, autrement dit, en ajustant les paramètres de processus. Cependant, la gélatine peut essentiellement empêcher le petit lait d'être expulsé si de telles distensions se produisent. Cette propriété de la gélatine est utilisée, dans la préparation du lait caillé et fondu où elle lie et stabilise le petit lait. Ses molécules supplémentaires forment une sorte de barrière, dans le gel de caséine pendant le processus de gélification, en se stabilisant par la liaison d'hydrogène. Il empêche la protéine de se grouper en masse compacte et d'expulser le petit lait. (Abossolo, 2011)

2.1.3 Crème glacée et desserts fouettés

La deuxième propriété de la gélatine est sa capacité à stabiliser les mousses. Cette propriété est utilisée dans la production de mousse à base de lait desserts, la crème de lait caillé et glacé, et la mousse de lait. Ces produits sont les émulsions triphasées d'air, d'huile, et d'eau. La gélatine diminue la tension superficielle de l'eau, permettant à une mousse d'être produite par fouettée mécanique ou par l'injection du gaz. Dans la mousse, la gélatine lie l'eau, lors du processus de gélification et entoure les globules de graisse avec un film mince, enfermant de ce fait, la distribution de fines bulles d'air, dans un réseau tridimensionnel. **(Abossolo, 2011)**

2.2 Domaine photographique :

Les produits photographiques à base de sels d'argent sont constitués de plusieurs couches de gélatine (jusqu'à 15) qui sont coulées sur film ou sur papier. La gélatine est utilisée comme liant, pour les sels d'argent hautement photosensibles. Son pouvoir gonflant permet aux produits de développement de pénétrer, dans les couches sensibles et d'en être éliminés par lavage. La gélatine constitue un élément important dans le procédé complexe de la technique des couches. Elle présente la particularité de pouvoir se solubiliser à chaud et de former un gel en refroidissant, gel que l'élimination de l'eau permet de rendre permanent **(Meyer et al., 2000)**.

2.3 Domaine pharmaceutique

En raison de ses propriétés technologiques et biologiques, la gélatine est considérée comme un très bon excipient pharmaceutique pour la synthèse des capsules, des suppositoires. C'est un épaississant pour les formes liquides, comme agent collant pour l'augmentation de l'adhésion et de la viscosité, pour l'enrobage des tablettes en combinaison avec les sucres. Il entre dans la composition d'excipient pour les préparations dentaires, et des gels de protection des membranes de la muqueuse buccale, pour l'encapsulation des vitamines, pour la synthèse industrielle des éponges hémostatiques...etc. **(Chang et Leung, 2006)**.

Grâce à sa biodégradabilité et sa biocompatibilité dans les milieux physiologiques, la gélatine peut être utilisée, dans les cas d'urgence et lors d'interventions chirurgicales pour la préparation du sérum sanguin. Comme elle peut être utilisée, aussi, en photographie médicale (scanner).

2.3.1 Les capsules de gélatine

Presque 90% de la gélatine pharmaceutique est dirigée, vers la fabrication des capsules et des gélules. D'une part, elle protège les médicaments des effets néfastes de la lumière, de l'oxygène atmosphérique, de la contamination et du développement microbien (**Ward., 1977**) (**Buice et al., 1995**). D'autre part, la gélatine permet de lier les principes actifs du médicament et de prolonger leur durée de conservation. Grâce à une sélection et à un dosage rigoureux, la gélatine est en mesure de contrôler la vitesse de libération des principes actifs, soit en l'accélération, soit en la ralentissant (effet retard) (**Ofner et Zhang, 2001**).

Quant aux comprimés enrobés de gélatine, ils représentent un nouveau progrès technologique, l'enrobage de gélatine facilitant l'ingestion du comprimé par les patients (**Hung et al., 1999**).

2.3.2 Les substituant du plasma

Les substituant du plasma ont été utilisés en urgence médicale, pour le remplacement du sang perdu, jusqu'à ce que le corps puisse lui-même régénérer le sang. Cette gélatine utilisée est de bloom élevé, d'un poids moléculaire de 160 à 180000 g.mol⁻¹. Elle subit un traitement thermique, puis plusieurs modifications en utilisant différents réactifs chimiques, comme le glyoxal qui réagit avec l'amine terminale de la lysine. L'acide succinique anhydride conduit à la formation de l'acide carboxylique des amides par la réaction du groupement amino de la lysine avec les succinates, et le phényldiisocyanate, suite à une réticulation des peptides, avec la formation des structures uréiques (**Schacht et al., 2000**).

2.3.3 L'encapsulation des vitamines

La vitamine A et la vitamine E doivent être employées, sous forme liquide ou en poudre. Donc, elles sont protégées par encapsulation de la gélatine contre l'effet de la lumière et de l'oxygène atmosphérique, agissant sur la stabilité des acides aminés. (**Huang et Chih, 2007**).

On utilise la gélatine de type A ou de type B de bloom égale à 90 ou 140. On obtient des formes galéniques, sous forme de poudre dont les diamètres des particules sont de 200 à 300 micromètres. La présence de gélatine rend ces formes stables, transformable en tablettes avec ou sans autres additifs. (**Schrieber et Gareis, 2006**).

2.3.4 L'immobilisation

Cette technique concerne la fixation des molécules sensibles ou à poids moléculaire très faible sur un support de gélatine : cas des principes actifs, des enzymes, des antibiotiques, des anticorps et même des principes actifs, à libération prolongée. (Cosmo, 2001)

Partie

Expérimentale

*Situation de la
filière peau cameline
dans le Sahara
septentrional*

En Algérie, la peau cameline est considérée comme une filière marginalisée, à laquelle les éleveurs n'accordent pas ou peu d'importance à son exploitation, comme en témoigne le taux très élevé de rejet, de ce coproduit, par les abattoirs du Sud algérien. Plusieurs facteurs font perdre à la filière ses potentialités, au moment où, de nombreux problèmes liés au système d'élevage se répercutent négativement, sur la qualité de leurs peaux.

L'exploitation dans cette filière est une opportunité intéressante pour booster l'industrie de transformation, compte tenu du retard énorme accusé, dans ce domaine. C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude révélée comme contributrice, à la conservation de l'espèce cameline et sa valorisation économique. À l'heure où l'Algérie est appelée à s'ouvrir sur le marché mondial. La finalité réside, dans la construction d'un capital de connaissances susceptible, de servir de base pour développer la *filiale peau cameline*. A cet effet, trois objectifs sont fixés :

1. Diagnostic relatif à la *filiale peau cameline* dans le Sahara septentrional représenté par les régions d'Ouargla et d'El-Oued ;
2. Estimation du tonnage annuel de la peau cameline, aux niveaux régional et national ;
3. Identification des principaux facteurs dépréciant la qualité de la peau cameline.

3 Matériel et méthodes

3.1 Régions d'étude

Le Sahara septentrional comprend quatre wilayas : Ghardaïa, Ouargla, El-Oued et Biskra. Notre étude a été réalisée dans trois wilayas : Ouargla, Tougourt et El-Oued, au vu de leur importance, en matière d'effectif camelin. (**Figure N°17**).

Ouargla est située dans le Nord-Est de l'Algérie, plus précisément dans la partie septentrionale du Sahara algérien. Elle est limitée au Nord-Est par les wilayas d'El-Oued et de Tougourt, au Nord-Ouest des wilayas de Djelfa et de M'Ghair, à l'Ouest les wilayas de Ghardaïa et de Méniaa, au Sud-Ouest la wilaya de In Salah, au Sud-Est de la wilaya d'Illizi et à l'Est par la frontière tunisienne. Ses coordonnées géographiques sont : 5° 19' 30 de longitude Est et 31° 56' 57 N de latitude Nord (**Site web 2022 a**).

La wilaya d'El Oued est située au Sud-Est de l'Algérie. La longueur de sa frontière, avec la Tunisie est de 300 Km environ. Elle est délimitée : Au nord par les wilayas de Tébessa, Khenchela et Biskra, au nord-ouest par les wilayas de M'Ghair et Touggourt, au sud et au sud-est par la wilaya de Ouargla et à l'est par la Tunisie. Ses coordonnées géographiques sont : 33° 10' 0 de latitude Nord et 7° 15' 0 longitude Est (**Site web 2022 b**).

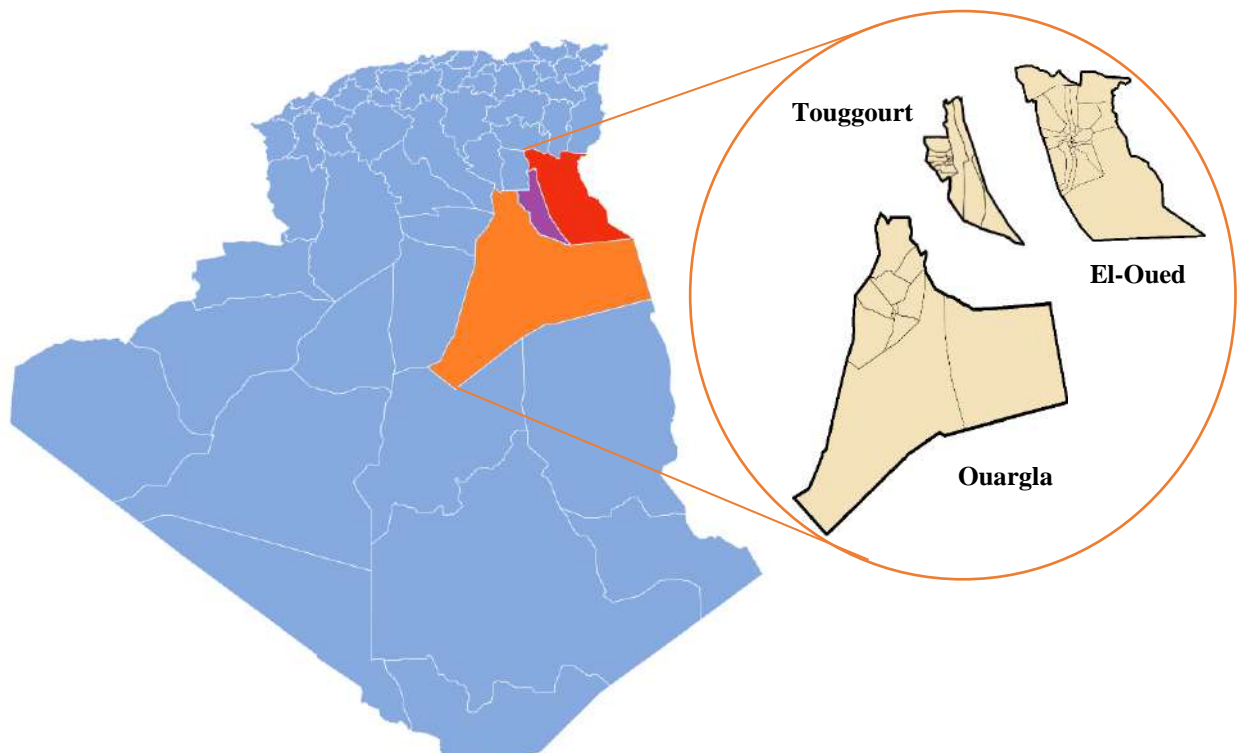


Figure 17: Situation géographique du Sahara septentrional

3.2 Potentialités camelines

L'élevage camelin est une activité pratiquée dans la région de Sahara septentrional, depuis fort longtemps dont le plus gros de l'effectif camelin est détenu par la wilaya d'El-Oued et la wilaya de Ouargla avec 85% de l'effectif global (**Figure N°18**).

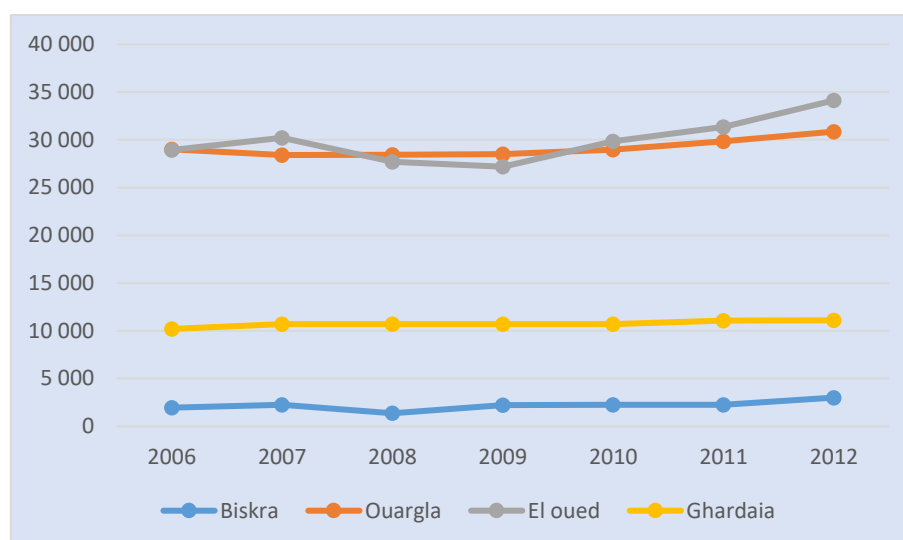


Figure 18: Effectif camelin dans le Sahara septentrional (2006-2012) (M.A.D.R., 2018)

4 Méthodologie

Notre travail a été mené à travers les étapes suivantes :

4.1 Étude de la filière peau cameline

A l'heure actuelle, les enquêtes s'avèrent un outil très efficace pour collecter des informations relatives aux dromadaires et leurs produits. L'investigation est complétée par des observations sur terrain et de la collecte de données recueillies, auprès de différentes sources (inspections vétérinaires, abattoirs et marchés hebdomadaires). Cette enquête a été réalisée au cours de l'année 2019.

Dans ce volet, nous avons tenté de comprendre principalement, la position de la peau cameline, dans le Sahara septentrional à travers deux régions, en l'occurrence El-Oued et Ouargla, où ont été menées des enquêtes touchant aux différents maillons de la filière à savoir:

4.1.1 Éleveurs

Les éleveurs ont été choisis de façon aléatoire, dans différentes zones représentatives des deux régions, ayant fait l'objet d'étude. Ces considérations pratiques ont été dictées, dans la perspective d'avoir le maximum de diversités, en termes de représentation. La trame d'entretien traite diverses questions, influant la qualité de la peau et qui ont trait au mode d'élevage, aux effectifs, à la composition du troupeau camelin, aux populations élevées, aux produits camelins, aux raisons d'abattage, et à l'orientation et l'utilisation des peaux.

Le nombre d'éleveurs ayant fait l'objet de l'enquête s'élève à 55 acteurs dont 30 dans la région d'El-Oued et 25 dans la région d'Ouargla. (Tableau N°08)

Tableau 8 : Répartition des éleveurs enquêtés en fonction les communes

Région	Communes	Nombre d'éleveurs enquêtés	% par rapport au total
Ouargla	Rouissat	07	12,28
	Ain Baïda	09	15,79
	Ouargla	09	15,79
El-Oued	Taleb Larbi	10	17,54
	Hassi Khalifa	06	10,53
	Hoba	07	12,28
	Mih Wansah	09	15,79
Total		57	100%

4.1.2 Abattoirs

L'enquête a été menée auprès des différentes infrastructures d'abattage existantes dans les régions d'étude, dont 05 abattoirs dans la région d'El-Oued, 02 abattoirs dans la région d'Ouargla et 01 abattoir dans la région de Touggourt (Tableau N°09). L'investigation est basée essentiellement sur les informations collectées, auprès de l'inspection vétérinaire et des responsables des abattoirs.

En termes de thématiques abordées par le questionnaire, les points pris en compte lors des enquêtes se résument dans : Capacité d'abattage de l'abattoir (par semaine et par an), espèces abattues, populations camelines abattues, catégories animales abattues, stockage de la peau, orientation de la peau, qualité de la peau cameline.

Tableau 9: Répartition des abattoirs enquêtés

Région	Communes	Nombre des abattoirs enquêtés
Ouargla	Ouargla	01
	Hassi Messaoud	01
El-Oued	El-Oued	01
	Guemar	01
	Hoba	01
	Bayada	01
	Djamaa	01
Touggourt	Touggourt	01
Total		08

4.1.3 Collecteurs de peaux

Notre passage répété aux abattoirs a permis de toucher des collecteurs sub-sahariens récupérant la peau, depuis les abattoirs des chefs-lieux des wilayas d'Ouargla et d'El-Oued (Tableau N°10). Le questionnaire élaboré traite du devenir de la peau, des prix de vente et d'achat, des facteurs qui déprécient la valeur de la peau et les défauts de la peau cameline.

Tableau 10: Répartition des collecteurs enquêtés

Régions	Communes	Nombre de collecteurs enquêtés
Ouargla	Maliens	04
	Nigériens	02
El-Oued	Maliens	01
	Nigériens	02
Total		09

Une analyse globale est entreprise, en fonction des spécificités de chaque volet de l'enquête, à savoir les éleveurs, les abattoirs et les collecteurs de la peau.

4.2 Estimation du tonnage annuel de la peau cameline aux niveaux régional et national

Cette partie a été réalisée durant quatre saisons (Printemps 2018 – Hiver 2019), au niveau de l'abattoir communal de Ouargla. Le choix de l'abattoir est dicté par la fréquence des abattages et l'accessibilité. L'échantillonnage a été fait de manière aléatoire, en fonction de la disponibilité des animaux abattus.

L'étude a porté sur un groupe de 277 dromadaires abattus, au niveau de l'abattoir d'Ouargla, répartis sur les quatre saisons, en vue d'étudier la variation saisonnière d'abattage du dromadaire en fonction de sexe, de l'âge et de la «population». Ce groupe comprend des animaux jeunes, adultes et âgés issus de populations Sahraoui et Targui de sexes mâles et femelles. **(Tableau N°11).**

Dans un premier temps, il est opportun de se livrer à l'étude de la variation du poids de la peau, mettant en exergue, les caractéristiques animales en tenant compte :

- **Du matériel animal** : les deux populations targui et sahraoui étant les plus répandues, donc les plus abattues ;
- **De l'âge** : estimé par la formule dentaire ;
- **Du sexe** ;
- **Du poids de la carcasse** : estimé par le boucher ou les égorgeurs.

Puis dans un second temps les animaux étudiés ont été classés selon leur âge en quatre catégories **(Tableau N°11)** :

1-Classe C1 : moins de 2 ans

2- Classe C2 : de 2 à 5 ans

3- Classe C3 : de 5 à 10 ans

4- Classe C4 : plus de 10 ans

Tableau 11: Caractéristiques des dromadaires abattus

Classe d'Âge	Sahraoui		Targui		Total
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	
C1	49	00	18	00	67
C2	37	03	59	04	103
C3	29	21	22	05	77
C4	08	03	19	00	30
Total	123	27	118	9	277

Après abattage, le poids de la peau est déterminé par une balance électronique (**Figure N°19**).



Figure 19: Pesage de la peau. (Photo personnelle)

4.3 Identification des principaux défauts sur la peau cameline

Pour promouvoir la qualité des peaux camelines, il est nécessaire de déterminer leurs défauts et d'en connaître les causes. Pour cela, nous avons inspecté les peaux des animaux étudiés, afin d'identifier les principaux défauts responsables de leurs déclassements, comparées aux peaux des autres espèces.

De l'éleveur à l'industriel, les manipulations et les agressions subies par l'animal vivant ou par la dépouille se traduisent par des altérations qualitatives qui, en parallèle à d'autres

facteurs (milieu, alimentation, race... etc.) ont une influence sur la valeur de la dépouille (**Elliot 1986**).

Ces défauts peuvent avoir des origines variées du vivant de l'animal. Certains sont liés à l'animal, d'autres dus à l'habillage, aux maladies cutanées voire d'origines traumatiques.

Cette partie a porté sur 277 cuirs examinés avant et après habillage des animaux.

5 Résultats et discussions

5.1 Place de la peau cameline dans le circuit production-abattage-valorisation

5.1.1 Éleveur

Globalement, les résultats montrent que la plupart des éleveurs enquêtés considèrent leur troupeau comme une caisse d'épargne mobilisable en cas de besoin, d'où le faible effectif abattu. Ces animaux sont très utiles pour la subsistance et pour certaines fonctions sociales de la vie des éleveurs.

Ce travail a indiqué que dans les régions d'étude (Ouargla et El-Oued), les éleveurs (sédentaires en particulier) abattent, très rarement les dromadaires. Mais la réserve familiale en protéines animales est constituée principalement, de viandes des petits ruminants et de viandes blanches. Même lors des fêtes de mariage et du sacrifice, les éleveurs préfèrent abattre des petits ruminants ou des bovins. Les dromadaires ne sont abattus que lors de mariage collectif ou lors de la réception d'invités de marque. En effet, des études menées par **Cabalion (2013)** et **Morin (2006)** ont indiqué qu'elle n'est qu'exceptionnellement consommée, lors de festivités (mariage, baptême) rassemblant un grand nombre d'individus, particulièrement chez la société touarègue ou afar.

Lors d'abattage du dromadaire, 84% des éleveurs enquêtés, soit 23 éleveurs de la région d'Ouargla et 25 éleveurs de la région d'El-Oued, ne récupèrent jamais la peau cameline, elle est tout simplement jetée. Seuls, 16 % des éleveurs, (02 éleveurs de la région d'Ouargla et 07 éleveurs de la région d'El-Oued) utilisent traditionnellement la peau, à des fins domestiques où elle est exploitée pour la confection de cordes ou des tambours. **(Figure N°20)**

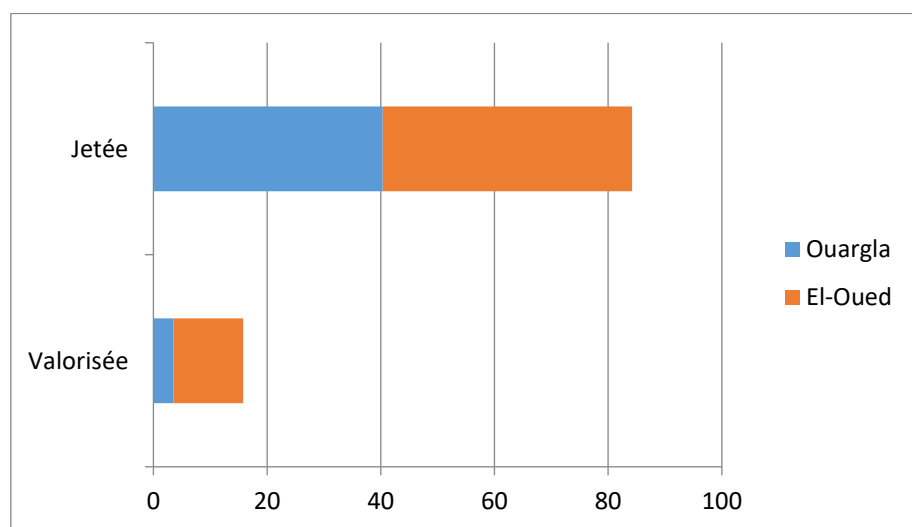


Figure 20: Devenir de la peau cameline

Autrefois, les peaux camelines considérées comme des coproduits importants remplissant plusieurs fonctions, étaient mieux valorisées, qu'à l'heure actuelle. 63 % des éleveurs enquêtés ont déclaré que leurs aïeux utilisaient la peau, comme toits pour habitations des nomades, dans la sellerie et pour fabriquer des cordes, des tambours et des articles artisanaux.

Il est à signaler que les peaux camelines étaient mieux exploitées et utilisées par les éleveurs de la région d'El-Oued que ceux d'Ouargla. Cependant, cette valorisation reste toujours éphémère, comparé aux peaux des autres espèces, notamment celles des petits ruminants. Ce qui confère à la peau cameline une présumée mauvaise qualité, à faible valeur commerciale dans le Sahara septentrional algérien.

Selon **Bessahraoui et Kerrache (1998)**, la peau de dromadaire entre dans diverses fabrications exploitées, dans la vie quotidienne des chameliers Touaregs : elle est utilisée pour la confection de cordes pour le puisage d'eau « ahloum », des Aybours, sorte d'outre, et des « Ikchir », sorte de sac, pour stocker les provisions.

Une étude réalisée par **Derradji en 2008**, dans la région du Hoggar, a révélé que la peau de dromadaire est utilisée pour la confection de couverture d'arçon de selle, des semelles et des souliers. Elle sert aussi, à la fabrication de sacs pour charger les dromadaires. D'autres plus légers, maillés protègent les mamelles et empêchent le chamelon de téter sa mère.

En revanche, dans d'autres pays africains et asiatiques, les peaux camelines sont des produits de notoriété qui remplissent de nombreuses fonctions. Au Kenya, elles servent à couvrir les maisons traditionnelles des communautés pastorales, ou pour fabriquer des cordes, des gardes, des tambours, des sièges, des sandales, des nattes de prière et des récipients d'eau et de lait (**Kagunyu et al., 2013**). Alors qu'en Inde, la peau cameline est largement employée, pour la fabrication de biens divers (couverture de tabouret, sac, boîte à bijoux, jouets...etc.) et pour la confection de divers objets décoratifs. (**Champak et Sahani 2005**). Elle est également utilisée, si elle est traitée correctement, pour la fabrication de produits en cuir, à savoir, des chaussures ou sandales. (**Khanna 2000**).

En Égypte et au Moyen-Orient, la peau de dromadaire entre dans, la fabrication d'articles utilitaires pour les touristes (**Champak et Sahani 2000**).

Par ailleurs, au Mali, la peau cameline entre, uniquement dans l'artisanat traditionnel (sellerie), et dans la confection de cordes, des entravons, des chaussures, des sacs et des gourdes d'eau. (**Bourdanne 1989**).

Les maladies cutanées constituent l'un des facteurs majeurs agissant sur la qualité de la peau et contribuent à leur dépréciation et leur déclassement. Aux dires d'éleveurs enquêtés, la maladie cutanée la plus fréquemment évoquée est la gale «j'rab», dont la prévalence se situe, au premier rang, des pathologies cutanées, chez les sujets jeunes, dans le Sahara Septentrional. La teigne est à prévalence moins élevée, constat confirmé par l'inspection vétérinaire. D'autres maladies cutanées sont très connues par les éleveurs de Sahara septentrional, mais leur prévalence est faible, à l'instar des tiques, de la variole et des nécroses. (**Figure N°21**)

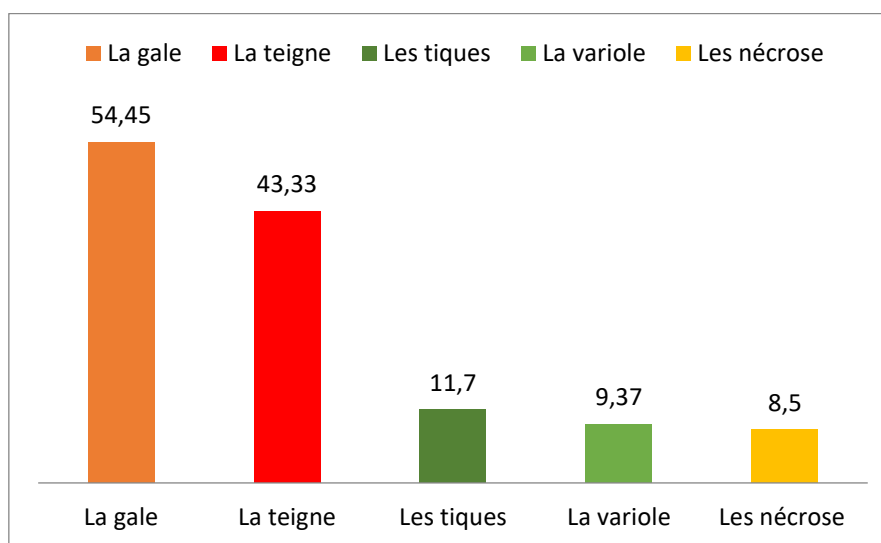


Figure 21: Prévalence des maladies cutanées de dromadaires, dans le Sahara septentrional

La gale et la teigne, constituent à elles seules, un des soucis majeurs pour les éleveurs de dromadaire dans plusieurs pays africains. Dans le Sud marocain, la gale et la teigne sont des maladies cutanées de premier plan, (**Driot 2009**). Quant à la gale, c'est une dominante pathologique annuelle et, dans toutes les régions d'élevage camelin (**Kumar et al., 1992**). Comme, elle se compte parmi les maladies les plus fréquentes chez le dromadaire en Tunisie (**Gallo et al 1989**).

En plus des maladies cutanées, les dromadaires ont toujours été marqués d'un sceau tribal (taba'a), dont le marquage par le feu laisse des cicatrices indélébiles, sur la peau réduisant ainsi, sa valeur marchande.

Une étude réalisée par **Jabbar et al., (2002)** a révélé que le marquage des animaux de bétail réduisait la qualité des cuirs et peaux, alors que **Sammy (2012)** a indiqué que le marquage rend les peaux chères et difficiles à guérir, ce qui réduit de leur qualité.

5.1.2 Abattoir

Les abattages sont répartis dans huit abattoirs, dont 02 dans la wilaya d'Ouargla, 01 dans la wilaya de Touggourt et 05 dans la wilaya d'El-Oued et s'avèrent des pôles, à portée nationale.

L'abattage ne se limite pas à l'espèce cameline, mais il est élargi aux ovins, bovins et caprins, alors qu'en termes d'effectifs abattus, le dromadaire arrive en troisième position, après les espèces ovine et bovine.

Les chiffres indiqués dans le **tableau N°12** sont approximatifs, et renseignés auprès des inspections vétérinaires des régions d'étude. Le nombre d'animaux abattus varient, selon la localité et la période de l'année.

Tableau 12 : Répartition des abattages camelins dans les régions d'Ouargla et d'El-Oued

Régions	Communes	Nombre des têtes abattues par semaine
Ouargla	Ouargla	[30-50]
	Touggourt	[5-8]
	Hassi Messaoud	[2-5]
El-Oued	El-Oued	[30 – 40]
	Guemar	[1 – 4]
	Hoba	2
	Bayada	[2-5]
	Djamaa	[1-3]

La lecture du tableau N°12, dont les données ont été recueillies depuis les Inspections Vétérinaires des deux wilayas, éclaire sur les fréquences d'abattage et le nombre de dromadaires abattus. Ils se focalisent principalement dans les deux abattoirs du chef-lieu des wilayas d'Ouargla et d'El-Oued, avec un nombre qui peut atteindre respectivement, les 50 et 40 têtes par semaine. Alors qu'au niveau des circonscriptions de Touggourt et Hassi- Messaoud, Guemar, Hoba, Bayada et Djamaa, le nombre des dromadaires abattus ne dépasse guère les 8 sujets, par semaine.

D'un point de vue général, la peau cameline est un coproduit dont sa production dépend principalement de la demande en viande et par conséquent du nombre d'animaux abattus. Ce qui génère un tonnage y afférent qui, dans les conditions des deux régions, objet de l'étude, pourrait à terme jouer un rôle non négligeable, dans les économies régionale et nationale.

Cependant, ce potentiel économique n'est pas valorisé, ou du moins inexploité. En effet, au niveau des abattoirs enquêtés, les peaux camelines sont jetées, dans leur totalité, hormis, au niveau des abattoirs de chefs-lieux des wilayas d'El-Oued et de Ouargla où la peau est cédée, gratuitement, aux Maliens et aux Nigériens.

C'est un constat qui corrobore avec l'étude menée par **Bessahraoui et Kerrache (1998)**, relative à l'élevage camelin dans le Hoggar, révélatrice que la peau du dromadaire est généralement jetée, mais qu'à Tamanrasset, les ressortissants nigériens la récupèrent, gratuitement pour la confection de semelles de sandales, appelées "*Iretmen*", adaptées à la région.

Dans le même sillage **Ayad et Herkat (1996)** ont noté que la peau cameline est un sous-produit qui peut être valorisé, à regret, seule une quantité infime est utilisée dans l'industrie. Alors que sous les cieux africains, à l'image du Kenya, les peaux camelines sont vendues, à moindre valeur, par rapport à ceux des ovins et bovins. Le prix de la peau cameline varie en fonction de la méthode de séchage. Au niveau du marché primaire, les prix variaient de 150 à 600 KES (1,9 à 7,6 USD), tandis que dans les tanneries, les prix variaient de 400 à 800 KES (5 à 10 USD) (**Kagunyu et al., 2013**).

5.1.3 Collecteurs

Le ramassage est assuré par des collecteurs maliens et nigériens qui récupèrent les peaux gratuitement, auprès des abattoirs des chefs-lieux des wilayas d'Ouargla et d'El-Oued.

À El-Oued, les peaux camelines sont cédées gratuitement à trois réfugiés nigériens, et leurs visites se limitaient aux journées d'abattage des dromadaires, soit le jeudi et le samedi. À Ouargla, les collecteurs se chargent au quotidien de l'opération nettoyage-entretien de l'établissement et en contrepartie, sont cédées les peaux camelines, bovines et ovines. Pour ces derniers, les peaux sont traitées en recourant aux méthodes traditionnelles, à savoir le séchage au sol et le salage humide.

Quant aux peaux camelines, elles sont soumises à d'autres traitements : dans un premier temps, elles sont découpées, en petits morceaux avant d'être soumises au feu, pendant quelques minutes, afin d'éliminer les poils. Ensuite, les morceaux sont emballés dans des sacs en toile de jute, pour être acheminés, vers les pays subsahariens, via un circuit informel. (**Figure N°22 et N°23**)



Figure 22: Peaux morcelées après mise au feu
(Photo personnelle)

Figure 23: Morceaux des peaux emballés dans des sacs en toile de jute
(Photo personnelle)

Aux dires des collecteurs maliens, la peau cameline est utilisée pour la fabrication de chaussures et la préparation de la cire, pour les cuirs. Pour les collecteurs nigériens, la peau entre, dans la préparation, comme ingrédient alimentaire. Information confirmée par **Kagunyu et al (2013)**, signalant que les peaux camelines sont consommées comme nourriture dans la communauté de Turkana, et d'autres communautés les utilisent aussi comme nourriture, lors de périodes de famine.

5.2 Variations saisonnières d'abattage de dromadaires

L'abattage de tout sujet est fonction du sexe, tout comme la population et l'âge.

5.2.1 Sexe

Il a été relevé que l'abattage concerne beaucoup plus les mâles que les femelles. Celles-ci étant considérées comme un capital reproductif pour les éleveurs. Une légère hausse est constatée, pendant les saisons d'hiver et de printemps. Cependant, la réglementation en vigueur interdit l'abattage de toute chamelle, sauf si elle est improductive, voire mise à la réforme. **(Figure N°24).**

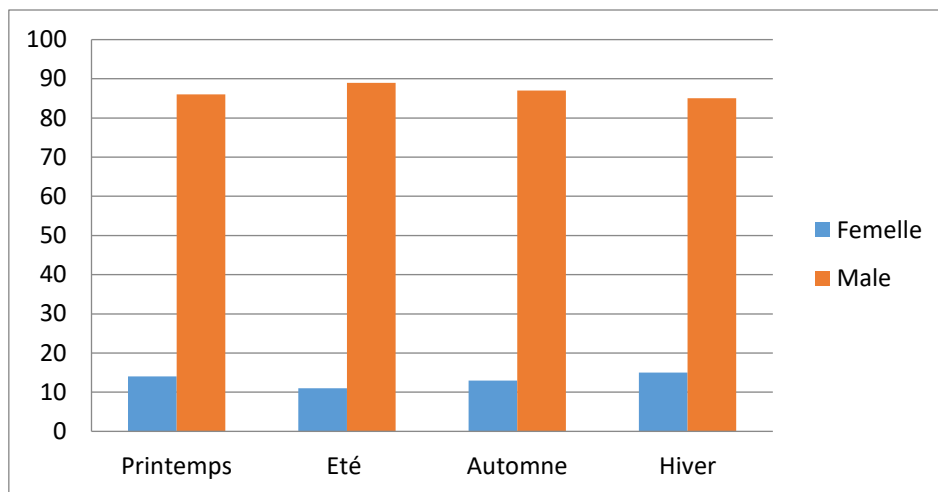


Figure 24: Variation saisonnière d'abattage du dromadaire, en fonction de sexe

5.2.2 Population :

Encore que la population Sahraouie soit le berceau, à Ouargla le nombre de sujets abattus, issus de la population targui, est largement supérieur pendant les saisons d'été et d'automne. Cela est dû au fait que, durant cette période, les éleveurs de la région pratiquent le système de divagation (dit *h'mil* en Algérie), ce qui sous-entend une diminution de effectifs sahraoui, sur le marché. La récupération des camelins se fait dès lors, aux proximités des points d'eau, à la fin de l'automne. (Figure N°25).

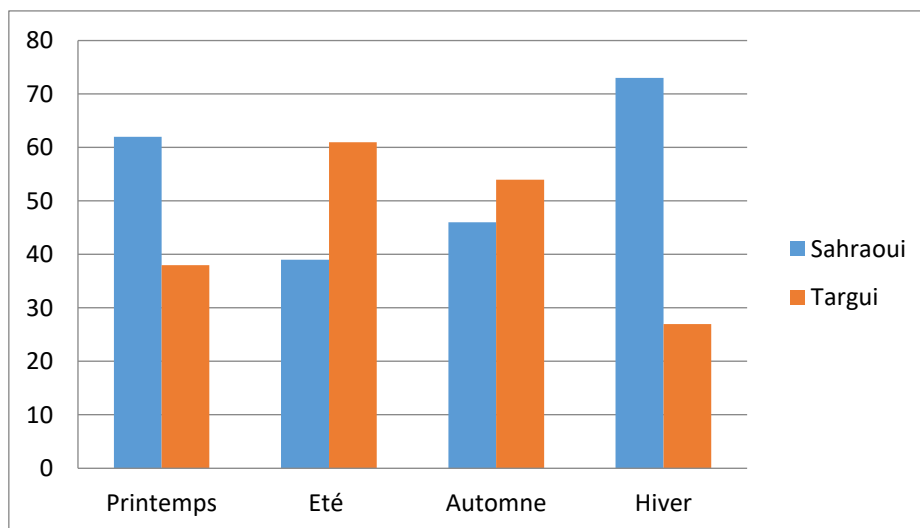


Figure 25: Variation saisonnière d'abattage du dromadaire, en fonction de la population

5.2.3 Âge :

Pour les classes d'âge, les dromadaires âgés de plus de 10 ans, appartenant à la catégorie C4, représentent la proportion la plus faible d'animaux abattus, durant toute l'année. Le fait est que,

la viande des sujets âgés, n'est pas une préférence pour les consommateurs comparée à celle, issue des animaux des catégories C2 et C3, la plus sollicitée, à longueur d'année. Hormis la période d'été, durant laquelle la catégorie C1 (individus de moins 2 ans) connaît une croissance remarquable, vu que cette période coïncide avec les fêtes de mariage et le mois de jeûne (ramadhan), d'où une forte demande, de cette catégorie d'âge. (Figure N°26)

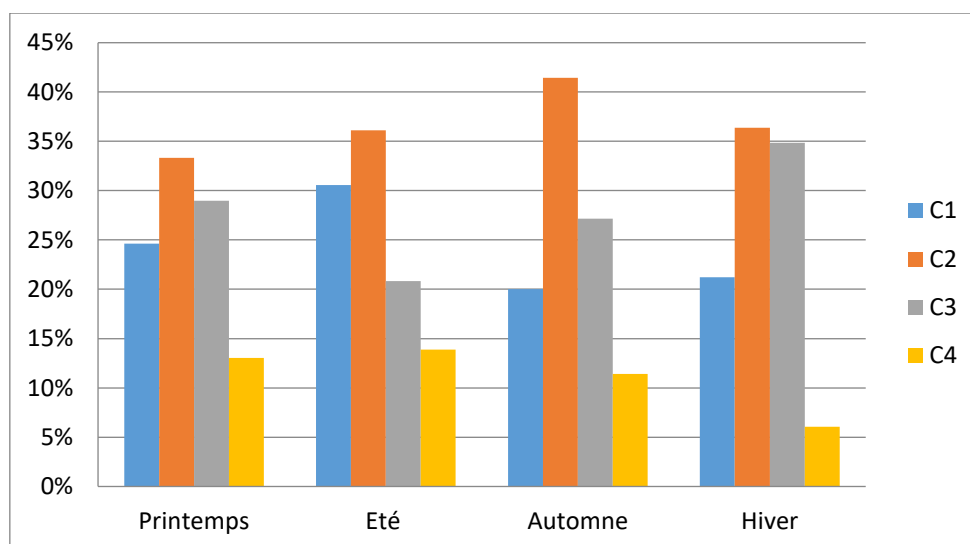


Figure 26: Variation saisonnière d'abattage du dromadaire, en fonction de l'âge

5.3 Estimation du tonnage de la peau cameline

En Algérie, aucune étude relative à l'estimation du tonnage des peaux camelines n'a été réalisée, jusqu'ici. Par conséquent, aucun document de base ne nous était disponible.

L'estimation du tonnage annuel de la peau cameline dans l'abattoir d'Ouargla se base sur les résultats montrés dans le tableau N°13. Ces chiffres ont permis d'avoir un aperçu général sur le poids des différentes catégories d'âge et leurs proportions et ce, pour l'année 2018.

Tableau 13: Poids de la peau pour chaque catégorie d'âge des groupes d'animaux étudiés

Classes d'âge	Poids moyens de la peau (kg)	Nombre de têtes abattues	(%)
C1	12,64 ± 2,14	67	24
C2	17,69 ± 2,63	103	37
C3	24,75 ± 4,39	77	28
C4	32,15 ± 5,32	30	11
Total		277	100 %

D'après les statistiques de la direction des services agricoles, le nombre de têtes abattus dans l'abattoir d'Ouargla était de l'ordre de 2967 têtes, durant 2018. (DSA 2019).

Afin de faire une estimation du tonnage des peaux recensées, au niveau de l'abattoir d'Ouargla, pour la même année (2018), on a procédé par une extrapolation des résultats obtenus, autrement dit, à partir de groupe d'animaux étudiés, et le nombre total des têtes abattues.

Sur la base du pourcentage des différentes catégories d'âge, citées dans le tableau N°13, nous avons déduit le nombre de chaque classe d'âge, à partir du nombre total des dromadaires abattus, au sein de l'abattoir d'Ouargla durant 2018, par la suite, nous avons multiplié ce nombre par le poids moyen correspondant.

Le tonnage de la peau cameline dans l'abattoir d'Ouargla s'estime à 59,47 Tonnes en 2019 (Tableau N°14).

Tableau 14: Estimation du tonnage de la peau cameline, dans l'abattoir d'Ouargla durant 2018

Classes d'âge	Poids moyens de la peau / Individu (kg)	(%)	Nombre de têtes abattues	Tonnage total (Tonne)
C1	12,64	24	712	90,01
C2	17,69	37	1098	19,42
C3	24,75	28	831	20,56
C4	32,15	11	326	10,49
Total		100%	2967	59,47

Les corrélations sont généralement positivement significatives, entre les différents paramètres consignés dans le tableau 15. Les poids de la peau et de la carcasse s'avèrent plus corrélées avec un coefficient $r = 0,96$. (Tableau N°15)

Tableau 15: Corrélations entre le poids de la peau, l'âge de l'animal et le poids de la carcasse

	Âge	PC	PP
Âge	1	0,903	0,913
PC	0,903	1	0,968
PP	0,913	0,968	1
<i>PC : Poids de la carcasse</i>		<i>PP : Poids de la peau</i>	

Généralement, les statistiques disponibles, dans les sites officiels (**MADR et FAOSTAT**), relatives à l'abattage camelin se limitent uniquement au nombre de têtes et à la production totale de viande (poids de la carcasse). Aucun indice n'est indiqué, quant à la catégorie des animaux abattus.

Afin de s'informer statistiquement, sur un lien, entre le poids de la peau et le poids de la carcasse, nous avons tracé la droite de régression et défini le coefficient de détermination R^2 , entre ces deux paramètres (**Figure N°27**).

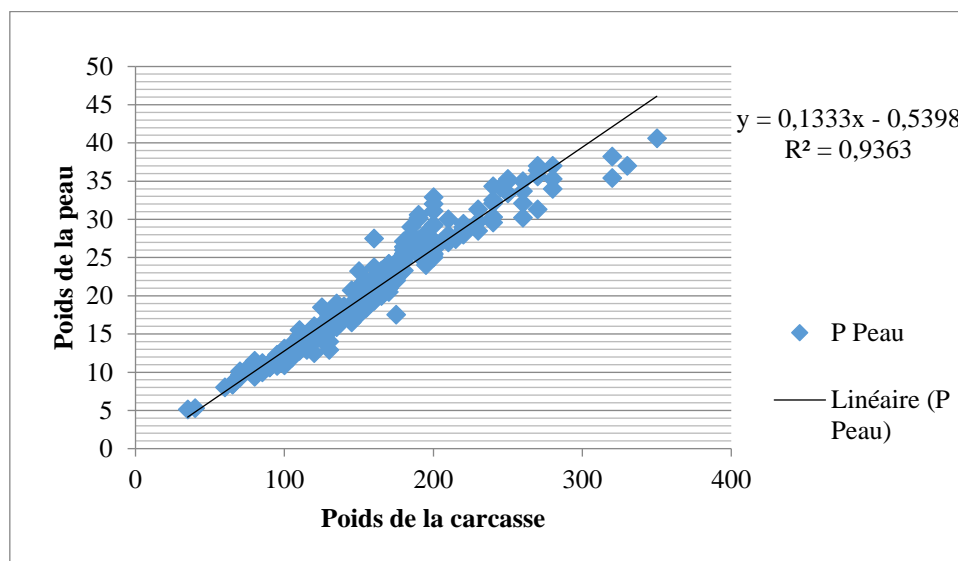


Figure 27: Droite de régression

En effet, on peut déduire qu'au regard de la figure 27, la liaison entre le poids de la peau et le poids de la carcasse semble plutôt linéaire. D'ailleurs, la valeur assez élevée du R^2 , pour ce paramètre ($R^2 = 0,93$), corrobore ce type de relation. En d'autres termes, ces deux variables sont fortement liées.

L'équation de la droite de régression, nous a permis d'estimer les tonnages aux échelles locale et nationale des peaux camelines. Autrement dit, il suffit de juger le poids de la carcasse (X), pour estimer le poids de la peau (Y).

$$PP = 0,1333 PC - 0,5398 \dots\dots\dots \text{Équation (1)}$$

PP : poids de la peau ; PC : poids de la carcasse (tonnage de la viande)

Selon les statistiques de la **FAO (2018)**, la production de la viande cameline en Algérie, est estimée à 5962 tonnes en 2018. Alors que le ministère de l'agriculture et du développement

rural, a déclaré que la wilaya de Ouargla détient la troisième place, en matière de production de viande cameline, avec un tonnage de 543 tonnes, pendant la même année. (DSA 2019)

Grâce aux statistiques nationale et mondiale, par l'équation (1), elles nous ont permis d'estimer la production des peaux camelines aux niveaux régional et national. (Tableau N°16)

Tableau 16: Estimation de la production en peau cameline, aux niveaux régional et national

Régions	Tonnage en viande cameline (Tonne)	Tonnage en peau cameline (Tonne)
Ouargla	543	71,84
Algérie	5962	794,2

Concernant le tonnage total des peaux animales au niveau national, et en se référant au tableau 17, qui démontre clairement que l'espèce ovine tient la première place, dans ce type de production, avec un tonnage de 51073 tonnes. Il est suivi, respectivement par, les espèces bovines et caprines avec une production de 18560 et 3726 tonnes (FAO Stat 2018). Tandis que l'espèce cameline demeure relativement négligeable avec une production, selon nos estimations, au niveau national, de l'ordre de 794,2 tonnes. (Tableau N°17)

La contribution du dromadaire, à la production nationale en peaux animales est très marginale. Elle ne représente que 1% des peaux animales fraîches produites, au niveau national. Cependant, les grands effectifs camelins confinés dans les régions sahariennes contribuent à un taux plus élevé, au niveau régional.

Tableau 17: Production des peaux animales en Algérie 2018 (FAO stat 2018)

Espèces	Production (Tonnes)
Ovines	51073
Bovines	18560
Caprines	3726

5.4 Qualité des peaux camelines

Pour apprécier la qualité des peaux camelines, au sein de l'abattoir, nous nous sommes basés sur des observations macroscopiques dont les critères retenus se résument dans son étendue, sa pureté, son homogénéité et d'éventuels défauts. Ces derniers sont de nature diverses et se résument dans :

5.4.1 Défauts liés à l'animal

Chez le camelin, la présence de la bosse est considérée comme l'un des principaux défauts responsables du déclassement de la peau de cette espèce, par rapport aux autres peaux. Après abattage, la dépouille n'est pas plane, du fait de la présence de la bosse dont la texture pose problème, lors de la transformation industrielle, dans les tanneries et les mégisseries.

Cette situation est mise en évidence par **Diouf (1993)**, à partir de son étude réalisée au Sénégal, il a montré que les cuirs provenant des races bovines locales (*Zébu Gobra*, *N'Dama*, *Djakoré*) sont dépréciés par la présence de bosses qui posent problèmes, au moment de la transformation.

5.4.2 Défauts traumatiques

Le marquage au feu est l'un des principaux défauts traumatiques causant la dépréciation de la peau chez l'espèce cameline. En Algérie, les marquages sont observés fréquemment, chez toutes les populations camelines. Le seau tribal est généralement porté sur les parties les plus visibles du corps, à savoir la joue, le cou, la jambe et les cuisses. Malheureusement, ces parties présentent un cuir, des plus appréciés (**Figure N°28 et N°29**).



Figure 28 : Marquage sur la cuisse (Photo personnelle)



Figure 29: Marquage sur le cou (Photo personnelle)

Parmi les animaux inspectés, en ante-mortem, seulement 18,84 % ne présentent pas de défauts traumatiques, et de marquage au feu.

Il ressort du **tableau 18** que la part des défauts chez les individus de la catégorie C1 est faible comparée aux autres catégories d'âge (C2, C3 et C4) composées d'individus de plus d'un an, présumés adultes et âgés, dont le marquage au feu est fréquent (**Tableau N°18**). Le marquage est opéré, sur les animaux à partir d'un an, chose confirmée par l'étude du

Bessahraoui et al en 1999, dans la région du Hoggar (Algérie), où il a été signalé que les dromadaires sont marqués à l'âge d'un an, dans 73 % des cas enquêtés, et 27 % le sont, à l'âge de deux ans.

Tableau 18 : Marquage au feu chez le groupe, selon les classes d'âge

Classes d'âge	Nombre de têtes	Défauts traumatiques
C1	67	32
C2	103	91
C3	77	73
C4	30	28
Total	277	224
Pourcentage	100 %	81,16 %

5.4.3 Défauts dus à l'habillement

De nombreux défauts relatifs à l'habillement, peuvent déprécier les peaux et porter préjudice à leurs qualités. Ces défauts à craindre se caractérisent par des perforations, des coutelures et une mauvaise parfente.

5.4.3.1 Perforations :

Ce sont les coupures et les trous qui traduisent la maladresse des dépouilleurs qui se soucient surtout de la viande et non du cuir. L'usage du couteau à bout pointu, doit être proscrit pendant le dépouillement. Il faut aussi noter que même lorsque les dépouilleurs utilisent des couteaux à pointe émoussée, ils perforent le cuir. Donc ces défauts résultent d'une négligence manifeste. (**Mansouri, 2005**).

5.4.3.2 Les coutelures

Sont des défauts dus aux coups de couteau maladroits qui entaillent la peau sans la traverser. Elles sont également dénommées "baisse de fleur" pour indiquer que l'épaisseur a été entamée. (**Salaou D T, 1989**)



Figure 30 : Coutelures (Photo personnelle)

5.4.3.3 Mauvaise parfente :

La parfente est la première incision de la peau en vue du dépouillement. Lorsqu'elle est bien faite, le cuir présente une symétrie par rapport à la ligne du dos ; dans le cas contraire, il y a deux parties inégales diminuant ainsi la surface utilisable (ILO, 1989). La parfente correcte permet d'obtenir une peau aussi carrée que possible (Ndolimbe, 1988).

D'après le tableau N°19, les coutelures sont constatées sur la quasi-totalité des peaux, après dépouillement. Les perforations, existent sur 71% des dépouilles de dromadaires, tandis que la mauvaise parfente, est présente sur 53,2 %.

Tableau 19: Défauts liés à l'habillage

	Désignation Défauts		
	Perforations	Coutelures	Mauvaises parfentes
Nombre de cuirs verts	196	270	142
Pourcentage (%)	71	97,82	53,2

Une étude réalisée par Kouadio (2007), a montré que les peaux bovines présentent les mêmes défauts d'habillage constatés, chez l'espèce cameline. En effet, les coutelures sont distinguées chez les peaux bovines avec un taux élevé comparable à celui du dromadaire. Par contre, la mauvaise parfente est très faible. Elle n'est rencontrée que dans 1,7 % des peaux bovines après le dépeçage et l'écharnage. Les perforations sont toutefois, fréquentes, mais avec un taux de 32,6 %, révélé moins élevé, par rapport au dromadaire.

D'une façon générale, les défauts d'habillage sont dus à l'incapacité des abattoirs enquêtés à suspendre les carcasses de dromadaire, pour les dépecer. Aussi, ces abattoirs ne disposent pas d'infrastructures et d'équipements adéquats, pour assurer la production de peaux de bonne qualité.

5.4.4 Défauts dus aux maladies

La gale tout comme la teigne, sont les maladies cutanées les plus fréquentes chez le dromadaire dans le Sahara septentrional algérien. Mais leurs prévalences sur l'ensemble des animaux examinés dans l'abattoir de Ouargla, reste très faible. Elles sont de l'ordre de 2,5 % pour la teigne et 3,9 % pour la gale. Cette faiblesse est corrélée avec le fait que les animaux malades ne sont pas conduits, à l'abattoir. (Tableau N°20)

Tableau 20 : Défauts liés aux pathologies cutanées

	Désignation maladies	
	Teigne	Gale
Nombre de cuirs verts	7	11
Pourcentage %	2,5 %	3,9 %



Figure 31: Sujet adulte atteint de la gale (Photo personnelle)

6 Conclusion

Cette partie a pour objectif d'évaluer la production et l'utilisation des peaux cameline, ainsi que d'identifier les principaux défauts de qualité rencontrée sur la peau dans la Sahara septentrional (cas des régions de Ouargla et d'El-Oued).

A travers une enquête auprès des différents abattoirs de la wilaya d'El-Oued et de la wilaya de Ouargla, nous constatons que ces abattoirs génèrent des quantités importantes de peaux de dromadaire qui ne sont pas valorisées. Selon notre estimation en 2018 l'abattoir de Ouargla seulement génère jusqu'à 59,554 Tonnes, alors le tonnage national atteindre jusqu'au 794,2 tonnes pour la même année.

En ce qui concerne l'utilisation de la peau cameline au niveau du Sahara septentrional, les éleveurs n'accordent que peu d'importance à l'exploitation de la peau du camelin. D'après les résultats de notre enquête, 84% des éleveurs enquêtés n'utilisant jamais la peau cameline où elle est tout simplement jetée, tandis que 16 % des éleveurs utilisant traditionnellement la peau pour des fins domestiques, où elle est utilisée pour fabriquer des cordes ou des tambours pour les fêtes de mariage.

A la lumière de ces résultats, nous constatons que les peaux cameline, dans le Sahara septentrional, ne sont pas considérées comme une source de revenus et sont principalement laissés dans les abattoirs pour les jeter ou les céder.

**Extraction et
caractérisation
de la gélatine**

1 Introduction

La gélatine est une protéine dérivée de l'hydrolyse partielle du collagène, qui est le principal constituant intracellulaire des protéines du tissu conjonctif du bétail (**Mahmood et al., 2008**).

Les propriétés physico-chimiques d'une gélatine sont majeures, car elles permettent d'identifier le type de gélatine (A ou B) et de limiter les applications avec lesquelles, elle peut être utilisée. Il est donc important de connaître aussi bien, la force, la couleur le pH et les propriétés, telles que, les capacités d'absorption d'eau et d'huile, ainsi que, les propriétés tensioactives (**Garies et al., 2007**) etc. Il est également essentiel, de déterminer les caractéristiques microbiologiques, lorsque la gélatine doit servir à la consommation humaine ce qui est le cas pour les gélatines destinés à l'industrie agro-alimentaire et pharmaceutique (**GME, 2000**).

Plusieurs facteurs influencent le rendement et la qualité de la gélatine extraite.

L'objectif de cette partie est de :

- Déterminer les conditions optimales d'extraction de la gélatine pour les deux facteurs suivants : la température et le temps d'extraction.
- Déterminer les caractéristiques physico-chimiques et technologiques des gélatines obtenues.

2 Matériel et Méthodes

2.1 Préparation des échantillons

Les peaux du dromadaire ont été obtenues, auprès de l'abattoir communal de Ouargla, aussitôt après, l'abattage des animaux pour être ensuite emballées dans des sacs en plastique, puis acheminées vers le laboratoire bioressources sahariennes relevant de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, université Kasdi Merbah de Ouargla.

En laboratoire, les peaux ont été nettoyées avec de l'eau du robinet et débarrassées de toutes salissures. Les viandes résiduelles et les graisses ont été retirées manuellement, à l'aide d'un couteau (**Figure N°32**). Après le nettoyage, les peaux ont subi l'opération d'épilation à l'aide d'une lame rasoir (**Figure N°33**), avant de passer une seconde fois sous l'eau du robinet. Une fois nettoyées, les peaux ont été découpées en petits carrés de 1×1cm, à l'aide d'un ciseau (**Figure N°34**). Ainsi préparées, la surface spécifique de contact entre la matière première et les

solutions d'extraction se trouve ainsi, augmentée. Enfin, les échantillons ont été placés dans des boîtes en plastique puis conservés au réfrigérateur jusqu'à leur utilisation.



Figure 32: Enlèvement de viande et graisses résiduelles (Photos personnelles)



Figure 33: Epilation (Photos personnelles)



Figure 34: Découpage en petits carrés (1x1cm) (Photos personnelles)

2.2 Caractérisation de la matière première

Les teneurs en humidité et en cendres des peaux camelines ont été déterminées conformément à l'AOAC (2000). On a déterminé l'humidité par séchage dans une étuve (**Figure N°35**), jusqu'à atteindre un poids constant à 100 ° C, pendant 18 heures, ainsi qu'une teneur en cendres, par incinération, dans un four à moufle (**Figure N°36**) à 550 ° C, pendant 4 heures.



Figure 35: Etuve (Photo personnelle)



Figure 36: Four à moufle (Photo personnelle)

La teneur en azote total a été déterminée en utilisant la méthode de Kjeldahl (**Figure N°37**) selon la démarche **AOAC (2012)**. Les protéines brutes ont été estimées, en multipliant le contenu en azote total par le facteur 6,25. Les graisses brutes ont été déterminées, par gravimétrie, après extraction au Soxhlet (**Figure N°38**), à partir d'échantillons séchés avec de l'hexane.



Figure 37 : Dispositif Kjeldahl (Photo personnelle)

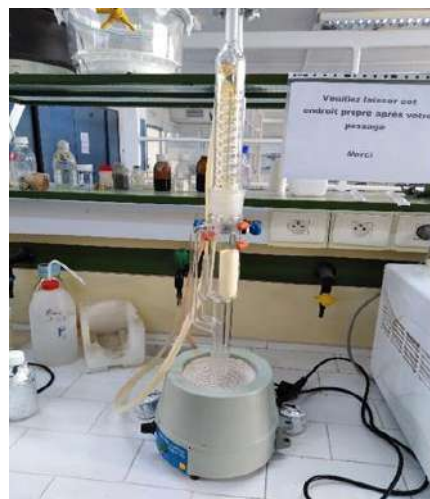


Figure 38 : Soxhlet (Photo personnelle)

2.3 Procédure d'extraction de la gélatine

Le principal défi dans cette partie est d'optimiser les conditions de prétraitement et d'extraction pour obtenir de la gélatine de haute qualité.

Les dromadaires sont exposés à des climats chaud et sec et possèdent une peau différente de celle des autres animaux, de sorte qu'une exploration détaillée est nécessaire pour produire de la gélatine de haute qualité, à partir de leur peau.

Nous avons modifié le procédé d'extraction de la gélatine, au cours des travaux antérieurs. Le principal changement réside dans, l'augmentation de la durée du prétraitement et le hachage de la matière première, permettant d'augmenter la surface spécifique de contact entre la matière première et la solution d'extraction, et dans l'objectif de simplifier, au maximum, le procédé industriel.

2.3.1 Prétraitement de la peau

Avant l'extraction, les peaux ont été prétraitées, selon la méthode de **Lassoued et al., (2014) et Liu et al., (2015)**, avec une légère modification, pour éliminer les protéines non collagènes. Le principal changement, c'est, l'augmentation de la durée du prétraitement. En bref, les peaux ont été trempées, dans une solution de NaOH à 1,5%, avec un rapport de peau à solution alcaline de 1:10 (p / v) (**Figure N°38**), et exposées à une température de 25°C, pendant 48 heures.

La solution alcaline a été changée, toutes les 12 heures. Ce traitement provoque le gonflement et le ramollissement des peaux et favorise également l'élimination de composés

indésirables, impactant sur la composition physicochimique de la gélatine finale, par des effets négatifs.

Ensuite, la peau traitée par voie alcaline a été soigneusement lavée, avec de l'eau du robinet jusqu'à ce que le pH de l'eau de lavage redevienne neutre ou proche, au pH de l'eau du robinet, afin d'éliminer toute trace de NaOH, sur l'échantillon. (**Figure N°39**).



Figure 39 : Pré-traitement (Photo personnelle)



Figure 40 : Neutralisation (Photo personnelle)

2.4 L'extraction de la gélatine

Le second traitement, consiste en le traitement acido-thermique, c'est-à-dire l'étape de l'extraction proprement dite de la gélatine.

Le principe de l'extraction repose sur la solubilisation à chaud, dans une solution acide des protéines de l'échantillon, ayant été libérées de leur réticulation pendant, le traitement alcalin.

Une fois la peau traitée par voie alcaline, elle est trempée à de l'acide acétique 0,2M, dans un rapport, échantillon / solution acide, de 1/5 (p / v). Le mélange obtenu doit être incubé dans un bain d'eau, avec agitation continue à 300 trs/min, au moyen d'un agitateur à hélice (**Figure N°41**). Le processus d'extraction de la gélatine a été effectué à différentes températures (60, 70 et 80 °C) et différents temps (4, 8 heures), à un pH de 3 comme indiqué dans le **tableau N°21**.

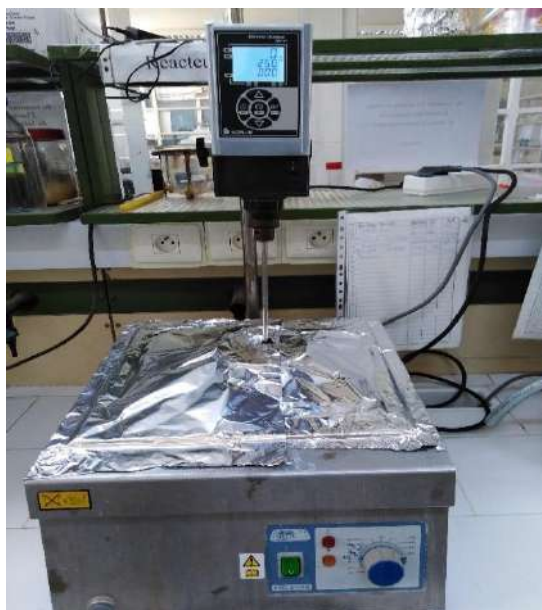


Figure 41 : Dispositif d'extraction (Photo personnelle)

Tableau 21: Les conditions de processus d'extraction de la gélatine

N° d'essais	Traitement alcalin (NaOH)		Traitement acido-thermique				
	Concentration [%]	Durée	C [°C]	Acide acétique	pH	Durée	Températures
01	0,4	48 h	0,2		3	4 h	60°C
02	0,4	48 h	0,2		3	4 h	70°C
03	0,4	48 h	0,2		3	4 h	80°C
04	0,4	48 h	0,2		3	8 h	60°C
05	0,4	48 h	0,2		3	8 h	70°C
06	0,4	48 h	0,2		3	8 h	80°C

Le mélange a ensuite été filtré, à travers une bande de gaze à double couche, mélangé avec 4 % (p / v) de charbon actif et maintenu à 50 °C pendant 2 h, avant d'être filtré à travers un papier filtre standard. Il est centrifugé à 3500 trs/min, pendant 20 min, à température ambiante, dans une centrifugeuse pour éliminer toute matière insoluble.

Enfin, le surnageant recueilli est séché à l'aide d'un lyophilisateur, pendant 36 heures (Figure N°42). Après le séchage, la gélatine a été broyée par l'utilisation d'un Moulinex.

Le séchage et le broyage permettent l'obtention d'une gélatine sous forme de poudre fine et stable (Figure N°43).



Figure 42 : Lyophilisateur (Photo personnelle)



Figure 43 : Gélatine après séchage et broyage (Photo personnelle)

2.5 Détermination du rendement

Le rendement a été déterminé comme le rapport de la gélatine obtenue sur la masse initiale de matière première.

$$\text{Rendement (\%)} = \frac{\text{poids de la gélatine}}{\text{poids de la peau}} \times 100$$

2.6 Détermination des caractéristiques de la gélatine

2.6.1 Composition chimique

L'analyse proximale des échantillons des gélatines obtenues a été évaluée selon les méthodes AOAC (AOAC, 2012).

2.6.2 Caractéristiques physiques de la gélatine

2.6.2.1 Détermination de la force du gel et analyse de profil de texture (TPA)

La force du gel et le TPA de la gélatine cameline ont été déterminés, selon le principe de **Gómez-Guillén et al., (2002)**, en utilisant 6,67% de gels (p / v) préparés, en dissolvant la gélatine sèche dans de l'eau distillée pendant 30 min à 60 ° C. La solution est maintenue au réfrigérateur, à 7 ° C (température de maturation), pendant 16-18 h.

La force de gel de la gélatine a été déterminée, à 7 ° C en utilisant un analyseur de texture modèle TA-TX2, avec une cellule de charge de 5 kN. Elle est équipée d'un piston cylindrique, en téflon cylindrique, à face plate de 1,27 cm de diamètre. Les dimensions de l'échantillon étaient de 3,8 cm de diamètre et 2,7 cm de hauteur. La force du gel a été exprimée, en tant que force maximale (en grammes), nécessaire au piston pour presser le gel, par une dépression de 4 mm à une vitesse de 0,5 mm / s (**BSI, 1975**). La mesure a été effectuée en triple.

Pour l'analyse TPA, les gels préparés (2 cm de diamètre et 3,8 cm de longueur) ont été comprimés deux fois à 0,5 mm / s à 50%, de leur hauteur d'origine. Les résultats sont rapportés, comme moyen de tests en triple. Des paramètres de texture tels que la dureté, l'élasticité, la cohésion et la masticabilité ont été obtenus, à partir de la courbe TPA (**Yang, 2007**).



Figure 44 : Analyseur de texture modèle TA-TX2 (Photo personnelle)

2.6.2.2 Détermination de la couleur

La couleur des échantillons de gélatine a été déterminée à l'aide d'un colorimètre (Konica Minolta CR-5, CHROMATOMÈTRE). L'instrument a été standardisé, à l'aide de plaques blanches, de modèle standard.

Le colorimètre est basé sur la coordination de trois couleurs, notamment L^* , a^* , b^* . L^* (luminance) qui exprime la proximité de l'échantillon avec la teinte blanche qui représente notre référence, a^* (rouge/vert), le rapprochement de la couleur l'échantillon avec les teintes rouge et vert et b^* (jaune/bleu) exprime le rapprochement de l'échantillon avec la teinte jaune et bleu. Pour chaque échantillon, on relève les trois paramètres de couleur et on triple la lecture.

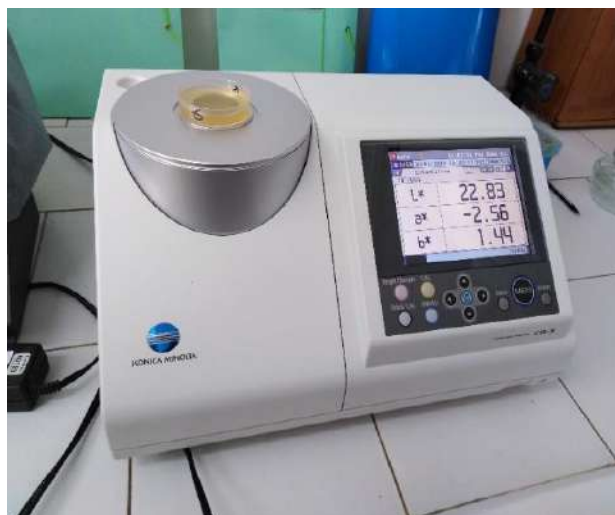


Figure 45 : Colorimètre (Photo personnelle)

2.6.3 Analyse des propriétés fonctionnelles

Les propriétés fonctionnelles de la gélatine ont été mesurées par une méthode partiellement modifiée de **Cho et al., (2004)**.

2.6.3.1 Capacité d'absorption d'eau

La capacité d'absorption d'eau (CAE) est définie comme la quantité d'eau en grammes, retenue par 100g de gélatine, après saturation et centrifugation. Pour mesurer la capacité de rétention d'eau, 50 ml d'eau distillée ont été ajoutés à 1 g (M_0) de gélatine et maintenus à température ambiante, pendant 1 h. Les solutions de gélatine ont été mélangées, à l'aide d'un mélangeur à vortex, pendant 5 s, toutes les 15 minutes. Ensuite, les solutions ont été centrifugées, pendant 20 min. Le culot (M_1) récupéré et égoutté pendant 30 minutes, sur un papier filtre. La capacité de rétention d'eau a été calculée, comme le poids du contenu du tube, après égouttage, divisé par le poids de la gélatine séchée, et exprimé en pourcentage %.

$$\text{CAE \%} = \frac{(M_1 - M_0)}{M_0} \times 100$$

2.6.3.2 Capacité d'absorption d'huile

La capacité d'absorption d'huile (CAH) exprime la masse d'huile en grammes, retenue par 100g de gélatine saturée en huile de palme et centrifugée. Durant la procédure, une quantité de l'échantillon 0,5g (M_0) est mélangée à 3mL d'huile de maïs. L'ensemble a été vigoureusement agité et centrifugé à 2500 trs/min, pendant 30 minutes à l'aide d'une centrifugeuse. Le culot (M_1) a été récupéré et la CAH déterminée par la formule :

$$\text{CAH \%} = \frac{(M1 - M0)}{M0} \times 100$$

2.6.3.3 Détermination des propriétés Moussantes

Des solutions de gélatine ont été préparées, à différentes concentrations (2 à 5% p/v). Les mélanges ont été homogénéisés, pendant dix minutes, à température ambiante, en utilisant un homogénéisateur (**Figure N°46**). La capacité moussante (CM) et la stabilité de la mousse (SM) ont été déterminées en utilisant les équations (1) et (2), où V_T est le volume total juste après agitation, V_0 est le volume initiale avant l'agitation et V_t est le volume total après agitation et repos, pour différentes périodes (**Figure N°47**).

$$\text{CM \%} = \frac{V_T}{V_0} \times 100$$

$$\text{SM \%} = \frac{V_t}{V_0} \times 100$$



Figure 46 : Homogénéisateur
(Photo personnelle)



Figure 47 : Stabilité de la mousse
(Photo personnelle)

2.6.3.4 Activité émulsifiante (AE) et stabilité des émulsions (SE)

L'activité et la stabilité émulsifiantes des gélatines ont été déterminées, selon la méthode de **Pearce et Kinsella**, avec une légère modification. Les solutions de gélatine ont été préparées, en dissolvant de la gélatine lyophilisée dans de l'eau distillée à 60 ° C, pendant 30 min. 30 ml

de solutions de gélatine à différentes concentrations (1%, 2% et 3%; (p / v)) ont été homogénéisées, avec 10 ml d'huile de soja pendant 1 min, à température ambiante (**Figure N°48**), en utilisant un homogénéisateur Moulinex.

50 µl de l'émulsion ont été prélevées, au fond du tube à 0 et 10 min, après homogénéisation, et diluées 100 fois avec une solution de SDS à 0,1%. Les solutés ont été soigneusement mélangés, pendant 10 s, en utilisant un mélangeur à vortex. L'absorbance des solutions diluées a été mesurée à 500 nm, en se servant d'un spectrophotomètre (**Figure N°49**). L'absorbance mesurée immédiatement (A_0) et après 10 min (A_{10}) a été adoptée, pour calculer l'indice d'activité d'émulsion (AE) et l'indice de stabilité d'émulsion (SE) comme suit :

$$AE (m^2g^{-1}) = \frac{2 \times 2.303 \times A_0 \times d}{0.25 \times \text{poids (g)}}$$

$$SE (\text{min}) = \frac{A_0 \times \Delta_t}{\Delta_A}$$

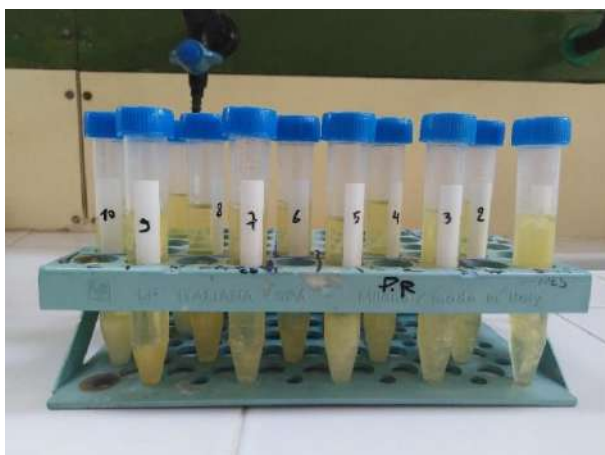


Figure 48 : Echantillons après homogénéisation
(Photo personnelle)



Figure 49 : Spectrophotomètre (Photo personnelle)

3 Résultats et discussions

3.1 Compositions chimiques de la peau

La composition approximative de la peau cameline est indiquée dans le tableau N°22. Les résultats montrent que les peaux du dromadaire ont des teneurs en humidité élevées, environ 71,43%, probablement dues à la grande capacité de rétention d'eau, notamment lors, des étapes de nettoyage et de lavage, comme le rapportent **Georgantelis et al., (2012)**. De plus, la teneur en protéines est importante avec un taux de 21,32 %. La teneur en matière grasse était inférieure à 3,76 %. Des traces des sucres ($0,56 \pm 0,09$ %) ont été détectées, bien qu'il n'y ait pas de données disponibles dans la littérature, sur la composition chimique de la peau cameline, pour établir des comparaisons.

Tableau 22 : Compositions chimiques de la peau du dromadaire (Moyenne et EC)

Peau cameline	Humidité	MM	Protéines	MG	Sucres
Teneur (%)	71,43 ($\pm 3,6$)	2,1 ($\pm 0,63$)	21,32 ($\pm 2,05$)	3,76 ($\pm 0,23$)	0,56 ($\pm 0,09$)

3.2 Rendement

Le prétraitement avec une concentration élevée de NaOH (0,4M), durant une longue durée (48h), entraîne une augmentation de la solubilité dans la matrice cutanée, effet qui provoque une extraction plus élevée de la gélatine.

Les effets de la température et du temps, durant la phase d'extraction sur le rendement des gélatines se sont avérés significatifs (**Tableau N°23**). Le rendement en gélatine a augmenté de manière évidente, avec l'augmentation de la température et le temps d'extraction. Cette augmentation a été observée en particulier, au-dessus de 70 °C. En conséquence, la structure en triple hélice est devenue amorphe et a pu être extraite facilement dans le milieu, conduisant à un rendement plus élevé. Ce rendement (34,32%) a été obtenu lorsque l'extraction a été réalisée à 80 °C, pendant 8 h, mais présentant une plus faible teneur en protéine, par rapport aux autres gélatines. Par contre, le rendement le plus faible (20,3 %) a été obtenu, avec une température de 60°C, pendant 4h.

L'augmentation du temps d'extraction a également fourni plus d'énergie, pour détruire les liaisons, dans lesquelles plus de chaînes a ou b libres ont été libérées du complexe cutané.

La prolongation de l'extraction thermique de la gélatine offre plus de temps, pour hydrolyser les liaisons intra- et intermoléculaires et dissocier les chaînes en peptides, en augmentant le rendement en gélatine (Wong, 1989).

Il est rapporté qu'un prétraitement acide ou alcalin affecte les molécules de protéines, en ouvrant les liaisons croisées et en provoquant un gonflement maximal du collagène. Puis, le collagène devient soluble, sous l'effet de la température pendant le processus d'extraction. Dans ce travail, les effets de la température et du temps, sur le rendement en gélatine peuvent être attribués à la solubilité croissante du collagène (Ninan et al., 2009).

Kittiphattanabawon et al., (2010) ont signalé une hausse du rendement d'extraction de la gélatine, lorsque la température et le temps d'extraction augmentaient.

Les résultats obtenus étaient conformes à Sinthusamran et al., (2014) qui ont témoigné de l'accroissement du rendement de la peau de bar, lorsque le temps d'extraction a été augmenté.

Tableau 23: Le rendement de la gélatine cameline dans différentes conditions d'extraction

Gélatines	Rendement (%)
G1	20,3
G2	21,12
G3	25,07
G4	21,45
G5	29
G6	34,32

3.3 Composition chimique de la gélatine

Les résultats de la composition approximative des échantillons de gélatine cameline en utilisant différentes conditions d'extraction (température et temps) sont présentés dans le **tableau N°24**.

En général, la composition physico-chimique de la gélatine est dépendante principalement des conditions d'extraction (type de traitement, concentration, pH, température et temps), de l'espèce et du type de tissu utilisé.

Tableau 24 : Composition chimique en fonction les différentes conditions d'extraction (Moyenne et EC)

Gélatines	Humidité (%)	MG (%)	MM (%)	Protéine (%)
G1	4,33 (± 0,18)	3,45 (± 1,01)	2,11 (± 1,21)	90,11 (± 1,21)
G2	6,6 (± 0,7)	2,05 (± 0,8)	1,26 (± 0,4)	91,65 (± 0,98)
G3	5,31 (± 2,06)	4,37 (± 1,6)	2,87 (± 0,74)	86,32 (± 2,06)
G4	7,1 (± 0,9)	3,5 (± 0,06)	2,17 (± 0,3)	87,41 (± 0,39)
G5	7,27 (± 1,02)	4,07 (± 1,66)	2,07 (± 1,66)	88,07 (± 1,66)
G6	8,92 (± 1,13)	5,63 (± 1, 4)	3,58 (± 0,88)	82,55 (± 3,14)

Toutes les gélatines obtenues avaient des teneurs élevées en protéines (82,55-91,65 %), avec une faible teneur en matières grasses (2,05-5,63 %) et en cendres (1,26-3,58 %). De plus, la gélatine extraite présentait des taux d'humidité inférieurs (4,33 à 8,92 %), à la limite prescrite pour la gélatine comestible, soit 15 g/100 g (**GME, 2008**). Les résultats obtenus indiquent une élimination efficace de la graisse, de la peau traitée. De plus, la teneur en cendres relativement faible suggère que les gélatines extraites étaient de bonne qualité, vu que la limite maximale recommandée pour la gélatine est de 2,5 g/100 g (**Jones, 1977**).

La gélatine se compose, essentiellement de protéines et d'eau. Ainsi, la présence de cendres, de lipides et d'autres impuretés à très faible teneur est importante pour la qualité des gélatines (**BSI, 1975**).

De plus, dans cette étude, la teneur en humidité et en cendres n'a pas significé, de tendance claire, suite aux conditions d'extraction. Tandis que les résultats suggèrent une teneur en graisse inférieure, à la limite de détection de la technique analytique utilisée, pour tous les échantillons analysés.

La teneur en cendres des gélatines étudiées variait de 1,26 à 3,58 %. Une gélatine de bonne qualité ne doit pas contenir plus de 2,5 g/100 g de cendres (**Jones, 1977**), et seule la gélatine G06 ne répond pas, à ces critères. En revanche, une teneur en cendres relativement faible à la fois, dans les gélatines et dans les peaux résiduelles engendrent des sels inorganiques, pendant la phase de prétraitement puis lessivés, dans la solution de prétraitement.

D'autre part, **Jongjareonrak et al., (2010)** ont suggéré que la matière première utilisée, dans la préparation de la gélatine est le facteur déterminant pour obtenir une gélatine de haute qualité, notamment, une teneur élevée en protéines et moins d'humidité, de cendres et de graisse.

Certains contenus de la matière première, tels que les produits chimiques résiduels, ou le mélange, à d'autres ingrédients peuvent affecter le contenu des extraits de gélatine. Habituellement, la gélatine d'os contient plus de cendres que la gélatine de peau. Une teneur élevée en cendres soulève des problèmes technologiques, tels que la turbidité et la séparation des phases, dans les extraits de viande et les jus (Safari et Malek, 2014).

Zilhadia et al., (2018) ont rapporté que la teneur en cendres de la gélatine de peau de chèvre et de la gélatine de peau de bovin était respectivement de 0,11 à 0,02 % et 0,39 à 0,16 %. La teneur en cendres de la gélatine provenant des peaux de cobia (*Rachycentron canadum*) sur une base humide était estimée à 1,0 à 0,2 g/100 g (Silva et al., 2014)

La gélatine de la peau cameline a également montré une faible teneur en lipides (2,05-5,63 %), améliorant considérablement sa stabilité vis-à-vis de l'oxydation des lipides, pendant la conservation (Spinelli et al., 1972).

La faible teneur en matières grasses des gélatines étudiées confirment que la méthode de dégraissage, a prouvé son efficacité, dans cette étude. Cette teneur en lipides était supérieure à celles rapportées par Silva et al., (2014) (0,6 – 1,6 %) et Nagarajan et al., (2012) (0,22 – 0,31%).

La teneur en humidité des échantillons de gélatine était comprise entre 5,8 et 10,42 %. Le taux d'humidité de la gélatine dépend de la procédure d'extraction et du prétraitement, affectant la présence de minéraux, la teneur en protéines et la composition en acides aminés.

Il est évident que les conditions d'extraction ont un effet important sur la composition de la gélatine du dromadaire, où la teneur en protéines augmente considérablement lorsque les conditions d'extraction sont plus douces. C'est-à-dire que une teneur en protéines plus élevée (91,65%) a été trouvée dans la gélatine obtenue avec une température de 70 °C pendant 4 h (G02), et la plus faible (82,55%) obtenue, à une température de 80 °C, pendant 8 h (G06).

Comme l'indique le tableau 24, une température d'extraction plus élevée a provoqué une augmentation de la teneur en protéines. Ce résultat s'explique par la solubilité croissante du collagène. Les mêmes résultats, dus à la décomposition du collagène, sous l'effet de la température, ont également été trouvés par certains chercheurs (Fonkwe et Singh, 1997 ; Boran et Regenstein, 2009 ; Du et al., 2013).

Il est possible qu'un excès d'acide utilisé, lors de l'extraction de la gélatine sur-hydrolyse, les molécules de collagène provoqueraient la perte de protéines récupérables au cours du processus (Niu et al., 2013; Jamilah et Harvinder, 2002). La teneur en protéines rapportée

dans notre étude se situe dans la même fourchette précédemment rapportée dans la littérature pour la gélatine de poisson (78-95 %) (**Jeya Shakila et al., 2012**).

Des résultats proches de ceux-ci ont été obtenus par d'autres études à 84,96, 78,52, 80,76 et 90,06 % pour **Almeida et Lannes (2013)**, de Almeida et al., (**2013**), **Mhd Sarbon et al., (2013)**, et **Widyasari et Rawdkue, (2013)**, respectivement. Cette différence peut être causée par les différents traitements chimiques utilisés, pour l'extraction.

Les valeurs de teneur en protéines des gélatines obtenues étaient bien supérieures à celles des gélatines de peaux de croaker (69,2 %) et de scad à nageoires courtes (68,7 %) (**Cheow et al., 2007**), alors qu'elles étaient comparables à celles de la gélatine de peau de blennie zébrée (*S. basilisca*) (**Ktari et al., 2014**) (90,6 %) et de la seiche (*S. officinalis*) (89,47–91,36 %) (**Jridi et al., 2013**).

Les teneurs en protéines des poudres commerciales de gélatine bovine et de poisson commercial étaient de $93,13 \pm 0,56$ et $87,22 \pm 0,67$, respectivement. La teneur en protéines brutes se situait, dans la valeur indiquée, pour les gélatines de peau de bœuf, de porc et de poisson (89,8 à 91,3 %) (**Ninan et al, 2014**).

3.4 Force du gel

La force du gel est un indicateur important pour évaluer la qualité de la gélatine. La force du gel n'est pas seulement liée au type de gélatine, mais aussi aux conditions du processus d'extraction (**Zhou et al., 2006**).

Comme le montre le **tableau N°25**, dans l'ensemble, il y a eu une augmentation de la résistance du gel de gélatine, dès lors que la température et la durée d'extraction ont été diminuées.

Tableau 25 : La force de gel en fonction les différentes conditions d'extraction (Moyenne et EC)

Gélatine	(g) Bloom
G01	253 (\pm 12, 31)
G02	211,2 (\pm 9,08)
G03	89,70 (\pm 13,2)
G04	265,8 (\pm 11, 3)
G05	191,4 (\pm 17, 51)
G06	43,20 (\pm 7, 18)

La température d'extraction a eu un effet sur la force du gel des gélatines obtenues : la force du gel diminuait à mesure que, la température d'extraction de la gélatine augmentait. La force de gel de la gélatine obtenue à une température plus basse (60°C) était plus élevée que celle des gélatines extraites à des températures plus élevées (70°C et 80°C). Ceci coïncidait avec les résultats de **Nagarajan et al., (2012)**.

Plus la chaîne moléculaire de la gélatine est longue, plus la structure du réseau est solide et plus la résistance du gel sera élevée (**Kaewruang et al., 2013**). Les chaînes α de la gélatine se sont dégradées, avec l'augmentation de la température d'extraction, provoquant une diminution de la force interne, dans la solution de gélatine nécessaire pour former un gel et conduisant finalement, à une diminution de la force du gel.

À la même température d'extraction, la force du gel de la gélatine diminuait lorsque le temps d'extraction augmentait. Ce résultat était en accord avec les rapports de **Muyonga et al., (2004)**, **Kittiphattanabawon et al., (2010)** et **Nagarajan et al., (2012)**.

Il est intéressant de noter que les résultats suggèrent que la force du gel est plus influencée par la température d'extraction que par le temps d'extraction. La valeur la plus élevée de force du gel a été obtenue pour la gélatine extraite à une température de 60°C, pendant 4h. Tandis que la valeur de force du gel la plus faible a été atteinte à une température de 80°C, et pour 8h.

La différence des propriétés gélifiantes entre les deux gélatines peut s'expliquer par les différences de caractéristiques intrinsèques, essentiellement les compositions en acides aminés et les types de liaisons non covalentes liant ces acides aminés, ainsi que leurs distributions de poids moléculaire **Silva et al., (2014)**.

Bien que la composition en acides aminés soit conséquente, pour déterminer les propriétés gélifiantes de la gélatine, le poids moléculaire moyen est également important. **Liu et al., (2008)** ont noté que, lors de l'extraction de la gélatine, une dégradation importante de la structure peptidique doit être évitée, pour obtenir une gélatine avec une force de gel élevée.

Les caractéristiques intrinsèques de la gélatine jouent un rôle majeur dans la détermination de la force du gel, y compris la distribution du poids moléculaire, la teneur en acides aminés et la procédure d'extraction utilisée. La force du gel de gélatine diminuait, à mesure que l'acidité et la température d'extraction augmentaient. L'augmentation de la température d'extraction a conduit à un taux plus élevé d'hydrolyse chimique des protéines (**Arnesen et Gildberg, 2006**).

Benjakul et al., (2012) ont rapporté que la composition chimique de la gélatine est fortement affectée par la matière première et les conditions de prétraitement, qui, à leur tour, ont affecté les propriétés fonctionnelles, en particulier la force du gel. Les variations de la teneur en proline et en hydroxyproline, en raison des différences dans la matière première, étaient des facteurs, influençant les propriétés gélifiantes de la gélatine et de la gélatine de mammifère. Cette dernière aurait présenté des quantités plus élevées d'hydroxyproline et de proline que les gélatines de poisson (**Benjakul et al., 2012**). Les polypeptides de gélatine de poids moléculaire plus élevé obtenus, et en raison d'un temps de prétraitement plus longs, ont présenté une résistance de gel plus élevée que celle des peptides de faible poids moléculaire, en raison de leur incapacité à former des zones d'interjonction (**Badii et Howell, 2006**).

Selon **Mohtar et al., (2010)**, la force de gel de la gélatine de poisson varie de 0 à 426 g (bloom), tandis que celle du porc et du bovin varie généralement, de 200 à 300 g (bloom).

La force de gel des gélatines commerciales se situait entre 100 et 300 g (bloom), néanmoins 250 à 300 g (bloom) de force de bloom étaient hautement souhaitables, pour les applications alimentaires et pharmaceutiques. En général, la gélatine à faible poids moléculaire a des propriétés gélifiantes inférieures à celles de la gélatine à poids moléculaire élevé (**Badii et Howell, 2006**).

Le manque de propriétés gélifiantes de la gélatine G06 élimine l'utilisation de cette méthode d'extraction, pour l'application industrielle. Seules les gélatines G02 et G04 ont montré une force de gel suffisante, employable dans des applications industrielles.

Par conséquent, ces deux gélatines (G01 et G04) ont démontré leur potentiel, en tant qu'alternative certifiée halal, sans ESB, à la gélatine conventionnelle, destinée aux applications alimentaires et pharmaceutiques.

La qualité de la gélatine est généralement déterminée par la force du gel, notamment faible (<150), moyenne (150-220) et élevée (220-300) (**Johnston, 1990**).

Les gélatines avec une valeur Bloom de 50-260 g représentent une demande commerciale. Les maquilleurs utilisent de la gélatine avec une valeur Bloom de 300 g, pour les effets spéciaux (pour créer de fausses plaies, par exemple), tandis que l'industrie des boissons utilise des gélatines avec une valeur Bloom faible, pour éliminer le trouble (**Schrieber et Gareis, 2007**).

3.5 La couleur de la gélatine

La couleur est un paramètre crucial, dans le contrôle de la qualité des aliments agissant sur la demande des consommateurs. En général, une gélatine satisfaisante devrait avoir peu de couleur (**Jones, 1977**). La couleur influence l'acceptabilité globale des produits alimentaires.

La clarté (L^*) et la rougeur (a^*) sont considérées comme les paramètres les plus informatifs, pour les changements de couleur (**Savadkoobi et al., 2014**).

La couleur du gel de gélatine de peau cameline avec différentes températures d'extraction et des temps exprimés en L^* , a^* et b^* est indiquée dans le tableau N°26. Une couleur plus claire (valeurs L^*) a été observée, pour la gélatine G01 extraite à 60 °C, pendant 4h. Il a été constaté qu'une diminution de la clarté (valeur L^*) était observée, lorsque les températures et les durées d'extraction augmentaient. La fabrication de la gélatine a généralement un bon processus pour clarifier les impuretés de la solution de gélatine, tels que les processus de clarification chimique et de filtration.

La plus faible luminosité a été observée, dans la gélatine G06, obtenue à une température de 80 °C et la plus élevée, dans la gélatine G01. Les conditions d'extraction de la gélatine, telles que des températures plus élevées et des temps d'extraction plus longs, ont diminué la luminosité, en raison d'une réaction de brunissement non enzymatique, contribuant à augmenter le jaunissement.

Tableau 26 : La couleur de la gélatine cameline dans différentes conditions d'extraction (moyenne et EC)

N° De Gélatine	Couleur		
	L*	a*	b*
G01	22,8 (± 0,552)	-2,21 (±0,09)	1,720 (± 0,70)
G02	19,390 (± 0,085)	-1,95 (±0,24)	2,640 (± 0,22)
G03	19,540 (± 0,410)	-2,445 (±0,163)	3,120 (± 0,53)
G04	18,745 (±0,445)	-1,93 (±0,28)	2,720 (± 0,60)
G05	16,815 (±2,524)	-2,045 (±0,191)	2,640 (± 0,622)
G06	15,34 (±0,481)	-2,015 (±0,13)	4,340 (± 0,141)

Kittiphattanabawon et al., (2016) ont signalé qu'une diminution de la valeur de luminosité a été observée dans la gélatine extraite à température élevée et pendant une durée plus longue. Il a également été conclu que la gélatine extraite, à haute température entraînait plus de jaunissement par rapport à la gélatine extraite à des températures moyennes et basses.

Les valeurs a* enregistrées pour les échantillons de gélatine ont montré des valeurs négatives, indiquant un changement de couleur, virant au vert. De plus, aucune différence dans les valeurs a* n'a été retrouvée entre les gélatines extraites à différentes températures.

La rougeur la plus faible a été observée dans la gélatine G03, rend compte que sa couleur était la plus proche de la couleur jaune-vert. La gélatine G06 était d'un jaune plus foncé que les autres gélatines, montrant le b* le plus élevé et le L* le plus bas.

Pour le jaunissement (valeur b*), une augmentation a été observée, dans tous les gels de gélatine lorsque les températures d'extraction ont augmenté, signifiant probablement, une réaction de brunissement non enzymatique produite à température plus élevée, en particulier, lors de l'augmentation du temps d'extraction, (**Ajandouz et Puigserver, 1999**). Parmi tous les échantillons de gélatine, ceux obtenus, à une température plus basse (60 C), pendant le temps le plus court (4 h) ont montré la plus faible valeur de jaunissement (valeurs b*). **Benjakul et al., (2009)** ont signalé que les pigments pouvaient être éliminés, pendant le prétraitement, avant l'extraction de la gélatine. Ces résultats ont montré que les conditions d'extraction avaient un impact sur la couleur de la gélatine extraite à partir de la peau du dromadaire.

De plus, il a été noté qu'un jaunissement plus intense (b*) était détecté, lorsque le temps d'extraction était augmenté. Le plus long, autrement dit, à 80 °C, a pu probablement générer un

groupe amino libre, dans une certaine mesure, dans la gélatine résultante. Ces groupes aminés libres pourraient participer à une réaction de brunissement non enzymatique, avec les composés carbonyles présents dans la peau, entraînant une augmentation du jaunissement de la gélatine (Nie *et al.*, 2013).

La couleur foncée de la gélatine est généralement causée par des contaminants inorganiques, protéiques et microsubstances introduits ou non éliminés lors de sa fabrication (Avena-Bustillos *et al.*, 2006). Toutes les gélatines étaient de couleur légèrement jaune, comme caractérisées, par les valeurs du paramètre b^* . Selon Ninan *et al.*, (2011), la couleur de la gélatine dépend de la matière première utilisée. Cependant, et étant donné que, les gélatines produites dans cette étude ont été acquises, à partir du même lot de matière première, la couleur de la gélatine est également affectée, de manière significative par les conditions d'extraction.

Tous les échantillons disposaient des valeurs L^* plus élevées que, la gélatine bovine commerciale, présentant plus de brillance et moins de jaunissement. Tandis que la valeur L^* la plus élevée a été enregistrée, pour la gélatine de poisson commerciale. (Al-hassan 2020)

La gélatine avec moins de couleur est souhaitable, dans l'industrie alimentaire. L'incorporation de produits de gélatine non colorés, quel que soit le système alimentaire serait plus approuvable, sans conférer aucune couleur forte (GMIA, 2012).

La couleur de la gélatine dépend de la matière première et des conditions d'extraction (Aykın-Dinçer *et al.*, 2017). Il est établi que la couleur est une caractéristique esthétique importante de ce produit, en fonction de l'utilisation prévue. Mais la couleur n'influence pas les propriétés fonctionnelles des gélatines (Ktari *et al.*, 2014). Lassoued *et al.* 2014 ont rapporté des valeurs L^* , a^* et b^* de 42,71, 0,93 et 15,86, respectivement, pour la gélatine bovine halal de qualité alimentaire. Ces valeurs sont supérieures aux valeurs obtenues, dans cette étude.

En conclusion, la recherche a conclu qu'une telle couleur convenait à divers aliments car elle ne donnerait aucune couleur forte au produit final. De même, dans la présente étude, on en déduirait, que différents échantillons de gélatine possèdent une couleur jaune clair puisque les valeurs b^* se situaient entre 1,72 et 4,34.

3.6 Analyse de Profil textural (TPA)

Les paramètres de texture, notamment la dureté, l'élasticité, la cohésion, la masticabilité et l'adhésivité ont été obtenus à partir de la courbe TPA.

Le TPA instrumental est utilisé pour la mesure des propriétés de texture des aliments. Des tests TPA sont effectués pour simuler l'action exercée sur le gel, par la langue et les dents. En règle générale, la force du gel et les valeurs de TPA plus élevées (pour la dureté, la cohésion, l'élasticité et la masticabilité) indiquent les bonnes qualités de la gélatine (Yang *et al.*, 2007).

Les données d'analyse du profil de texture des gélatines pour les 06 essais sont présentées dans le tableau N°27.

Tableau 27 : Analyse de profil textural (Moyenne et EC)

Propriétés texturales	G01	G02	G03	G04	G05	G06
Dureté (N)	6,805 ± 0,004	3,636 ± 0,415	1,021 ± 0,062	4,305 ± 0,056	1,636 ± 0,113	0,421 ± 0,054
Cohésion (N)	4,016 ± 0,428	2,403 ± 0,422	0,445 ± 0,005	2,621 ± 0,416	1,594 ± 0,060	0,313 ± 0,065
Élasticité (mm)	19,191 ± 0,752	18,168 ± 0,310	17,256 ± 1,236	17,804 ± 1,237	17,868 ± 0,500	16,547 ± 0,752
Masticabilité (Nmm)	40,453 ± 0,353	25,172 ± 0,287	4,130 ± 0,690	19,524 ± 2,414	15,172 ± 1,127	2,796 ± 0,248
Adhésion (N)	2,278 ± 0,178	1,091 ± 0,105	0,172 ± 0,042	1,312 ± 0,036	0,901 ± 0,203	0,238 ± 0,023

3.6.1 La dureté

Elle est considérée comme la force maximale du premier cycle de compression. Elle est liée à la résistance de la structure du gel, sous compression (Sanderson, 1990). Les valeurs de la dureté sont négativement corrélées avec l'augmentation de la température et la durée d'extraction. En effet, les résultats montrent que la dureté a atteint des valeurs maximales avec les gélatines G01 et G04 (6,805 N et 4,305 N, respectivement). Cependant, les valeurs obtenues à 80°C, après 8h d'extraction étaient inférieures à celles obtenues, avec une température de 60°C et 70°C.

3.6.2 La cohésion

C'est une mesure du degré de difficulté à briser la structure interne du gel (Sanderson, 1990). La cohésion de la gélatine représente sa résistance, à une seconde déformation, par rapport à la première. La gélatine G01 a également montré une valeur de cohésion (4,016N) supérieure, à celles des autres gélatines G02, G03, G04, G05 et G06.

3.6.3 L'élasticité

Elle représente une perception du gel (caoutchouteux) dans la bouche et une mesure de la dégradation de la structure du gel, par la compression initiale (**Sanderson, 1990**). Des valeurs similaires ont été obtenues, pour toutes les gélatines. Alors que l'élasticité de la gélatine G01 est légèrement plus élevée (19,191 N), par rapport aux autres gélatines.

3.6.4 La mastication

La mastication est liée au travail nécessaire, pour mastiquer un aliment solide, à un état prêt à être avalé. Dans les tests TPA, il est calculé en fonction des valeurs de dureté, d'élasticité et de cohésion (**Breene, 1975**). La gélatine est considérée comme meilleure lorsque les valeurs de la mastication sont élevées.

La valeur de sa mastication G01 (40,453 Nmm) était significativement supérieure à celle des gélatines G02, G03, G04, G05 et G06, avec des valeurs de 25,172 Nmm, 4,130 Nmm, 19,524 Nmm, 15,172 Nmm et 2,796 Nmm, respectivement.

3.6.5 L'adhésivité

Elle signifie un paramètre important pour les produits alimentaires ; il permet de prédire le degré d'adhésion des aliments sur les dents. La gélatine G01 a montré la valeur d'adhésivité la plus élevée (2,278 N). La gélatine G02 vient en deuxième position avec une valeur de 1,091N. La gélatine G06 montre une très faible valeur d'adhésivité, avec 0,172 N.

Les résultats illustrés dans le tableau 27 révèlent l'existence d'une corrélation négative, entre la température d'extraction de la gélatine et les paramètres de texture (la force du gel, la dureté, la cohésion, la mastication et l'adhésivité). À l'exception de l'élasticité, tous les paramètres de texture ont diminué avec l'augmentation de la température utilisée, pendant le processus d'extraction.

3.7 La capacité émulsifiante (CE) et la stabilité des émulsions (SE)

Le caractère amphotère associé aux sites hydrophobes, sur la chaîne gélatine confère à la gélatine des propriétés tensioactives et stabilisatrices d'émulsion. La gélatine a été assimilée, comme agents émulsifiant, moussant et mouillant dans les applications alimentaires, médicales, pharmaceutiques et cosmétiques (**Karim et Bhat, 2010**). La gélatine est capable de s'absorber à l'interface huile/eau et de former un film viscoélastique continu, à la surface des gouttelettes d'huile, améliorant ainsi la stabilité de l'émulsion (**Lobo, 2002**).

La nature amphotère de la gélatine avec ses zones hydrophobes peptidiques lui permet d'agir comme émulsifiant (**Koli et al., 2012**).

Cependant, comparée à d'autres composants tensioactifs, comme les protéines globulaires, la gélatine est vue, comme un émulsifiant faible, et l'émulsion préparée avec de la gélatine seule présente souvent des tailles de gouttelettes relativement importantes (**Dickinson et Lopez, 2001**).

La capacité émulsifiante (CE) et la stabilité émulsifiante (ESI) des gélatines obtenues à partir de la peau de dromadaire sont présentées dans le tableau N°28.

Les valeurs les plus élevées de la capacité émulsifiante et de la stabilité émulsifiante ont été enregistrées, pour la gélatine obtenue, à une température de 60°C et ce, pendant 4 h, pour les trois concentrations 1, 2 et 3 %, suivie par G02 et G04 qui ont été obtenues, à (70°C et 60°C), pendant 4h et 8h, respectivement. Ce qui témoigne de l'excellente activité émulsifiante de ces gélatines. Néanmoins, les valeurs CE et SE, de toutes les gélatines ont considérablement diminué, par l'augmentation de la température et la durée d'extraction.

Les émulsifiants sont des matériaux tensioactifs qui s'adsorbent aux interfaces et facilitent la production de petites gouttelettes en abaissant la tension interfaciale, pendant l'homogénéisation (**Walstra, 2003**).

Par ailleurs, les valeurs AE et SE ont diminué de manière significative, avec l'augmentation de la concentration des gélatines obtenues. La valeur plus élevée de l'activité d'émulsion enregistrée, pour une concentration plus faible s'explique par un degré plus élevé de dépliage des polypeptides, pendant le cisaillement impliqué, dans le processus d'émulsification (**Borderias et al., 1985 ; Kinsella, 1976**). Il existe une tendance croissante, au sein de l'industrie alimentaire à remplacer les émulsifiants synthétiques par des émulsifiants plus naturels.

Cependant, une diminution de la capacité émulsifiante avec une augmentation de la concentration en protéines a déjà été signalée pour la gélatine de la peau de zèbre de Blennie (**Ktari et al., 2014**). Par conséquent, la stabilité émulsifiante des gélatines était régie par les propriétés moléculaires, en particulier la taille des peptides et la concentration employée (**Kristinsson et Rasco, 2000**). **Mutilangi et al., (1996)** ont postulé que des teneurs plus élevées en peptides, de poids moléculaire plus élevé, contribuent à la stabilité de l'émulsion.

Ce phénomène peut être dû à une augmentation des interactions protéinoprotéines, avec une concentration croissante, et entraînant une concentration plus faible en protéines à l'interface huile-eau (Kinsella, 1976).

Tableau 28 : Propriétés émulsifiantes des gélatines obtenues (Moyenne et EC)

Types de gélatine	C* %	CE (m ² /g)	SE (min)
G01	1	276,821 ±14,461	109,844 ±4,320
	2	203,661 ±15,308	80,975 ±3,807
	3	118,313 ±6,210	86,225 ±6,785
G02	1	215,561 ±11,986	84,144 ±6,527
	2	172,397 ±0,608	79,018 ±1,007
	3	83,599 ±6,449	76,031 ±4,109
G03	1	145,642 ± 1,954	71,637 ± 2,014
	2	121,461 ± 11,269	57,32 ± 6,47
	3	89,356 ± 2,779	44,92 ± 5,135
G04	1	213,626 ± 7,947	111,621 ± 2,779
	2	155,441 ± 11,986	98,435 ± 7,345
	3	110,682 ± 2,345	89,475 ± 1,116
G05	1	161,578 ± 18,76	95,942 ± 7,98
	2	123,176 ± 9,054	83,223 ± 6,43
	3	95,667 ± 3,821	92,82 ± 5,451
G06	1	96,358 ± 1,406	31,341 ± 5,703
	2	52,301 ± 1,006	23,020 ±4,312
	3	33,071 ± 6,905	27,727 ±1,148

3.8 Les propriétés moussantes

La capacité de formation de mousse (CM) est l'une des propriétés les plus importantes, caractérisant la gélatine, en raison de son application potentielle dans les aliments. La capacité moussante est l'une des propriétés de surface caractérisant la gélatine. Une mousse est la dispersion de bulles de gaz, dans une phase continue, produite par agitation mécanique. Elles sont recherchées, également dans les produits cosmétiques.

La capacité moussante et la stabilité de la mousse des gélatines obtenues sont illustrées dans le tableau N°29. Les résultats ont montré que les conditions d'extraction (température et

temps) affectaient considérablement, les propriétés moussantes des gélatines étudiées. Le tableau N°29 montre que la capacité moussante (CM) était affectée par la température de l'extraction. Il existe une corrélation négative entre la capacité moussante et la température d'extraction.

Les gélatines obtenues à 80°C ont des valeurs FE et FS plus faibles par rapport aux autres gélatines obtenues, à 60 et 70°C, pour les différentes concentrations. En outre, FE et FS ont diminué, sensiblement, avec l'augmentation de la durée d'extraction. Dans l'ensemble, les valeurs de la SM et CM de la gélatine G01 et G02 étaient quasi similaires, tandis que les valeurs CM, la gélatine G04 étaient légèrement inférieures, à celles des gélatines G01 et G02, bien que la gélatine G06 ait enregistré des valeurs de CM et SM les plus faibles, par rapport aux autres gélatines pour les différentes concentrations.

En outre, la capacité moussante et la stabilité moussante des six gélatines ont augmenté, avec l'augmentation des concentrations de gélatine.

Tableau 29 : Propriétés moussantes des gélatines obtenues

N° de gélatine	C* %	CM %	SM %		
			15 min	30 min	60 min
G01	1	235,54 ± 6,40	180,03 ± 3,95	155,09 ± 1,58	145,28 ± 1,22
	2	235,02 ± 4,05	185,14 ± 2,67	165,52 ± 1,13	155,74 ± 2,86
	3	256,12 ± 5,11	185,35 ± 3,08	160,74 ± 1,08	155,33 ± 1,53
	4	260,34 ± 7,19	190,12 ± 4,52	190,70 ± 1,65	180,04 ± 0,68
G02	1	235,21 ± 3,48	170,14 ± 2,18	150,22 ± 0,66	145,88 ± 2,03
	2	225,06 ± 4,55	165,78 ± 0,54	165,09 ± 0,71	145,01 ± 4,15
	3	241,33 ± 1,27	180,34 ± 1,42	165,55 ± 1,53	150,35 ± 1,22
	4	245,05 ± 0,58	195,89 ± 1,37	180,34 ± 1,28	180,96 ± 0,53
G03	1	171,43 ± 1,55	142,86 ± 2,59	114,29 ± 0,55	102,86 ± 0,18
	2	182,86 ± 1,18	142,857 ± 1,43	120,54 ± 1,09	100,54 ± 3,57
	3	185,714 ± 5,33	157,14 ± 3,15	137,14 ± 2,68	100,54 ± 1,68
	4	191,163 ± 2,76	157,143 ± 1,58	137,143 ± 1,45	114,29 ± 1,33
G04	1	204,06 ± 0,38	155,03 ± 0,79	135,84 ± 0,36	132,31 ± 1,26
	2	194,02 ± 1,23	171,63 ± 0,07	142,92 ± 1,34	138,04 ± 0,51
	3	229,72 ± 1,58	163,06 ± 1,58	160,53 ± 0,98	140,68 ± 3,74
	4	232,73 ± 3,44	181,15 ± 1,76	142,77 ± 5,08	137,93 ± 0,66
G05	1	165,25 ± 1,87	128,43 ± 4,23	120,47 ± 1,16	115,59 ± 0,78
	2	162,06 ± 4,11	131,98 ± 0,70	125,09 ± 1,47	122,01 ± 0,18
	3	169,77 ± 3,08	140,09 ± 1,39	122,57 ± 1,58	120,57 ± 1,58
	4	171,95 ± 1,77	135,49 ± 2,01	130,46 ± 3,13	123,06 ± 2,55
G06	1	91,43 ± 2,48	62,86 ± 4,18	49,29 ± 2,67	42,86 ± 0,34
	2	90,86 ± 0,77	72,854 ± 3,05	57,344 ± 1,09	50,096 ± 1,64
	3	115,33 ± 0,68	107,11 ± 0,43	97,95 ± 0,58	87,37 ± 1,77
	4	121,19 ± 1,59	100,13 ± 2,51	88,89 ± 3,64	74,98 ± 1,44

CM et SM ont également été étudiés à diverses concentrations. Les résultats illustrés montrent que les gélatines présentaient des valeurs CM et SM améliorées avec des

concentrations de gélatine croissantes. Ceci est conforme aux travaux de **Jridi et al., (2013)** qui ont signalé que l'augmentation des concentrations de gélatine conduisait à une hausse de la capacité moussante et de la stabilité de la mousse.

La stabilité de la mousse a été déterminée, à différentes périodes pour évaluer sa persistance, à différentes concentrations. Après 60 minutes, la quantité de mousse diminue, dans une fourchette comprise entre 27% et 54%, selon la concentration utilisée, initialement. Cette diminution est en corrélation négative avec les concentrations des gélatines étudiées. La mousse à haute concentration de protéines était plus dense et plus stable, en raison d'une augmentation de l'épaisseur des films interfaciaux. Cela conforte les travaux de **Zayas (1997)**, signalant que l'augmentation des concentrations de gélatine de nageoire de thon et de peau de porc entraîne une augmentation de CM et SM.

La capacité moussante des protéines est liée à leur capacité filmogène, à l'interface air-eau. En général, les protéines, rapidement assimilées, à l'interface air-liquide, et nouvellement créée pendant le bouillonnement et subissant un dépliage et un réarrangement moléculaire à l'interface, présentent une meilleure capacité de moussage que les protéines qui s'absorbent lentement et résistent au déploiement à l'interface (**Damodaran, 1997**). Une protéine doit être capable de migrer rapidement, vers l'interface air-eau, de se déplier et de se réorganiser, à l'interface, pour exprimer une bonne capacité de moussage (**Van der Ven et al., 2002**).

3.9 La capacité d'absorption de l'eau (CAE) et la capacité d'absorption d'huile (CAH)

Les propriétés fonctionnelles des protéines dans un système alimentaire dépendent, en partie de la capacité de rétention d'eau et d'huile, qui se réfère à la capacité des protéines à s'imprégner d'eau et à la retenir contre une force gravitationnelle, au sein de la matrice protéique (**Lassoued et al., 2014**)

La capacité de rétention d'eau, de la gélatine solubilisée, est un paramètre approprié, permettant de réduire la perte d'égouttement et de réduire la jutosité, dans des poissons congelés ou des produits à base de viande, lors de la décongélation ou de la cuisson. (**Koli., 2012**).

La quantité d'eau liée aux protéines dépend d'un certain nombre de facteurs, tels que : la composition en acides aminés de la protéine, le nombre de groupes polaires dans la particule, la disponibilité des taches hydrophiles, le pH de l'environnement, la force ionique, la température et la concentration en protéines (**Zayas, 1997**).

La CAE et la CAH des gélatines obtenues, à différentes conditions d'extraction sont présentées, dans le **tableau N°30**.

La capacité d'absorption de l'eau (CAE) et la capacité d'absorption de l'huile (CAH) sont des propriétés fonctionnelles qui sont étroitement liées à l'interaction, entre les composants tels que l'eau, l'huile et d'autres composants.

Dans notre cas, la CAE et CAH est liée étroitement à la température et à la durée d'extraction. Nos résultats montrent que la gélatine de dromadaire avait une faible CAE et CAH, en fonction de l'augmentation de température et la durée d'extraction.

Nos résultats ont signifié que les gélatines G01 et G04 avait des capacités d'absorption de l'huile très importantes avec des valeurs de 839 % et 769 %, respectivement, suivi par G02 avec une CAH de 714 %. La plus faible capacité d'absorption de l'huile a été enregistrée dans la G06.

Le mécanisme d'absorption d'huile par les protéines n'est pas totalement interprété, mais il semble être affecté par la teneur en protéines et en complexes lipides-protéines (**Chavan et al., 2001**). **Khalid et al., (2003)** ont suggéré que la capacité d'absorption de l'huile est due aux chaînes latérales non polaires de la protéine, ainsi qu'aux différentes caractéristiques conformationnelles des protéines. Nos résultats suggèrent que la capacité de rétention des graisses est liée étroitement, à la méthode d'extraction.

Selon le tableau N°30, la CAE et CAH des gélatines G01 et G02 sont supérieurs à celle de la gélatine G05 et G06. Les valeurs de CAE et de CAH ont diminué significativement, avec l'augmentation de la température d'extraction.

Par ailleurs, les gélatines obtenues, dans les différentes conditions d'extraction ont des capacités d'absorption (CAE) faibles, chez les gélatines G01, G02, G03 et G04, et quasiment, inexistantes, chez les autres gélatines.

Cette faible capacité d'absorption d'eau reflète la présence d'une grande proportion des groupes hydrophobes, par rapport aux groupes d'hydrophile, à la surface des molécules de la gélatine cameline.

Tableau 30 : Capacité de rétention de l'eau et capacité d'absorption de l'huile des gélatines obtenues (Moyenne et EC)

Types de gélatine	CAE %	CAH %
G01	86 ± 4,243	839 ± 23,414
G02	123,5 ± 3,536	714 ± 31,221
G03	43,5 ± 2,121	568 ± 24,650
G04	97,34 ± 4,243	769 ± 33,150
G05	25,5 ± 3,536	314 ± 21,520
G06	12,5 ± 3,411	168 ± 14,500

4 Conclusion

Cette partie a pour objectif d'optimiser les conditions d'extraction de la gélatine ainsi que de déterminer les caractéristiques physico-chimiques et technologiques des gélatines obtenues. Les résultats obtenus indiquent que les effets de la température et du temps, durant la phase d'extraction sur le rendement des gélatines se sont avérés significatifs. Le rendement en gélatine a augmenté de manière évidente, avec l'augmentation de la température et le temps d'extraction. Cependant, toutes les gélatines obtenues avaient des teneurs élevées en protéines (82,55-91,65 %), avec une faible teneur en matières grasses, en cendres et en humidité. Ce qui reflète une élimination efficace de la graisse, de la peau traitée. De même, dans la présente étude, on en déduirait, que différents échantillons de gélatine possèdent une couleur jaune clair puisque les valeurs b^* se situaient entre 1,72 et 4,34.

En outre, la température d'extraction a eu un effet remarquable sur la force du gel des gélatines obtenues. Donc la force du gel est plus influencée par la température d'extraction que par le temps d'extraction. La valeur la plus élevée de force du gel a été obtenue pour la gélatine extraite à une température de 60°C, pendant 4h. Tandis que la valeur de force du gel la plus faible a été atteinte à une température de 80°C, et pour 8h.

Il est évident que les conditions d'extraction ont un effet important sur les paramètres de texture (TPA) et les propriétés fonctionnelles de la gélatine du dromadaire, où les valeurs de ces paramètres augmentent considérablement lorsque les conditions d'extraction sont plus douces. C'est-à-dire les valeurs les plus élevées ont été trouvées les gélatines obtenue avec une température de 60 °C pendant 4 h et 8h.

Sur la base des résultats obtenus, les peaux camelines pourraient être considérées comme une source alternative de gélatine, utile dans de nombreux produits alimentaires et pharmaceutiques.

Conclusion

générale

Conclusion générale

Le présent travail a pour objectif d'exploiter une matière première qui n'a pas été valorisée auparavant, à savoir les déchets d'abattage du dromadaire ; principalement sa peau, dans le Sahara septentrional algérien. Dans la région d'étude, les établissements d'abattage génèrent des quantités importantes de peaux de dromadaire qui ne sont pas valorisées.

Selon notre estimation, l'abattoir de Ouargla n'a procuré que 59,47 Tonnes en 2018, alors que le tonnage national peut atteindre jusqu'à, 794,2 tonnes, pour la même année.

Suite aux investigations menées auprès des abattoirs des zones ayant fait l'objet d'étude, on peut anticiper que, la peau de dromadaire n'est d'aucune valeur, pour ces établissements, du fait qu'elle est tout simplement jetée ou cédée gratuitement à des réfugiés sub-sahariens.

En ce qui concerne l'utilisation de la peau cameline dans le Sahara septentrional algérien, les éleveurs n'accordent que peu d'importance à l'exploitation de ce coproduit. D'après les résultats de notre enquête, 84% des éleveurs ne tirent aucun profit des peaux camelines, tout simplement, elles sont abandonnées, tandis que 16 % des éleveurs utilisent traditionnellement la peau à des fins domestiques. A la lumière de ces résultats, nous constatons que les peaux camelines, dans le Sahara septentrional, ne sont pas considérées comme une source de revenus et sont, donc jetées ou cédées, par les abattoirs.

Bien que la peau cameline soit une ressource génératrice de revenus substantiels pour les différents acteurs de la filière, il n'en demeure pas moins qu'elle n'est ni valorisée ni exploitée, en raison de plusieurs contraintes :

- La dépouille des dromadaires n'est pas plate, due à la bosse et par conséquent ne se prête pas, à d'éventuelles transformations industrielles ;
- Le marquage laisse des cicatrices indélébiles sur la peau, affectant fortement l'état physique de la peau réduisant ainsi, sa valeur commerciale ;
- Les défauts d'habillage sont constatés sur la quasi-totalité des peaux, après dépouillement ;
- Les maladies cutanées, principalement la gale et la teigne, constituent l'un des facteurs majeurs, au déclassement de la peau.

En outre, notre travail montre que les peaux camelines pourraient être une source prometteuse de gélatine halal et sans ESB, qui peut être extraite, par traitements chimique et thermique.

Conclusion générale

Grâce à une courte procédure d'extraction unique, la gélatine récupérée avait des propriétés physicochimiques et fonctionnelles similaires à celles des gélatines de mammifères et de poissons.

De plus, cette étude a exploré les conditions optimales requises pour l'extraction de la gélatine, issue de la peau du dromadaire pour une gélatine de haute qualité. Une caractérisation approfondie a révélé que les propriétés structurales, rhéologiques et gélifiantes de la gélatine étaient fortement affectées par les conditions d'extraction (température et temps). Cela a permis de mieux comprendre les caractéristiques structurales et moléculaires, responsables des propriétés rhéologiques et physicochimiques de la gélatine. Dans l'ensemble, les résultats ont révélé que la durée et la température d'extraction, étaient des facteurs majeurs, influençant le rendement en gélatine et ses caractéristiques physico-chimiques et rhéologiques.

Sur la base des résultats obtenus, la peau de dromadaire est une source prometteuse de gélatine, utile dans de nombreux produits alimentaires et pharmaceutiques.

Par ailleurs, dans la perspective de relancer la filière cameline, notamment celle de la peau, le dromadaire mérite une attention toute particulière et s'avère nécessaire voire indispensable de :

- Sensibiliser les éleveurs quant à l'importance et la valeur des cuirs et des peaux comme source alternative de revenus, en entreprenant une campagne de vulgarisation et une formation ciblée, à l'égard des éleveurs, égorgeurs et dépouilleurs leur permettant d'améliorer la qualité des cuirs et des peaux ;
- Mettre en place des programmes prophylactiques préservant la santé animale ;
- Réhabiliter et moderniser les abattoirs actuels, en les dotant d'équipements adéquats et adaptés, à l'espèce cameline, durant toute la chaîne d'abattage.

Références

bibliographique

Références bibliographique

Abdelguerfi A., Ramdane M.S. A. 2003. Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité. Bilans des Expertises sur « La Biodiversité Importante pour l'Agriculture en Algérie » MATE-GEF/PNUD : Projet ALG/97/G31 .

Abossolo Sakouma L. D. 2011. Optimisation du procédé d'extraction de la gélatine bovine pour les industries alimentaires. Mémoire Ingénieur, ENSAI Université de Ngaoundéré.

Adamou A. 2008 - L'élevage camelin en Algérie : Système à rotation lente et problème de reproduction, profils hormonaux chez la chamelle Chaâmbi. Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques. Université Badji Mokhtar- Annaba (Algérie). 250 p.

Adamou A. 2011. Développement de la filière viande cameline pour la sécurité alimentaire des populations du Sahara algérien. In Atelier Sous-Régional sur L'effet du changement climatique et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb. 21-24 novembre 2011. Université de Ouargla, Algérie .

Ajandouz, E. H., & Puigserver, A. 1999. Nonenzymatic browning reaction of essential amino acids: Effect of pH on caramelization and Maillard reaction kinetics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 1786–1793.

Al-Hassan A.A. 2020. Gelatin from camel skins: Extraction and characterizations. *Food Hydrocolloids* 101. 105457.

Almeida P.F., da Silva J.R., da Silva Lannes S.C., de Brito Farias T.M., Santana J.C.C. 2013. Quality assurance and economical feasibility of an innovative product obtained from a byproduct of the meat industry in Brazil, *African Journal of Business Management* 7(27) 2745-2756.

Almeida P.F., Lannes S.C.d.S., 2013. Extraction and Physicochemical Characterization of Gelatin from Chicken By-Product, *Journal of Food Process Engineering* 36(6) 824-833.

Alvarez G.S., Helary C., Mebert A.M., Wang X., Coradin T., Desimone M.F. 2014 .Antibiotic-loaded silica nanoparticle–collagen composite hydrogels with prolonged antimicrobial activity for wound infection prevention. *Journal of Material Chemistry B*, vol 2, p. 4660-4670. DOI : 10.1039/c4tb00327f

AOAC, 2012. Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis. (19th Ed.). New York, USA: AOAC International.

Arnesen, J. A., & Gildberg, A. 2006. Extraction of muscle proteins and gelatine from cod head. *Process Biochemistry*.

Avena-Bustillos, R., Olsen, C., Olson, D., Chiou, B.-s., Yee, E., Bechtel, P., & McHugh, T. 2006. Water vapor permeability of mammalian and fish gelatin films. *Journal of Food Science*, 71(4).

Aykın-Dinçer, E. Koç, A. Erba, M. 2017. Extraction and physicochemical characterization of broiler (*Gallus gallus domesticus*) skin gelatin compared to commercial bovine gelatin. *Poult. Sci.* 2017, 96, 4124–4131.

Badii, F., Howell, N.K. 2006. Fish gelatin: Structure, gelling properties and interaction with egg albumen proteins. *Food Hydrocoll.*, 20, 630–640.

Bailey A. J., and Light N. D. 1989. Connective tissue in meat and meat product. London and New York : Elsevier Applied Science. pp. 238-242.

Bechir D. 1983. L'élevage du dromadaire au Maghreb. Thèse de Doctorat en Sciences vétérinaires. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort (France) ;p98

Bedda H. 2014. Les systèmes de production camelins au Sahara Algérien : étude de cas de la région de Ouargla. Mémoire de Magister en Sciences Agronomiques, Université de Ouargla, (Algérie).

Ben Aissa R. 1989. Le dromadaire en Algérie In Symposium International Séminaire sur la digestion, la nutrition et l'alimentation du dromadaire Zaragoza : CIHEAM Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n°. 2 . 1989.

Benjakul, S., Oungbho, K., Visessanguan, W., Thiansilakul, Y., et Roytrakul, S. 2009. Characteristics of gelatin from the skins of bigeye snapper, *Priacanthus tayenus* and *Priacanthus macracanthus*. *Food Chemistry*, 116(2), 445–451.

Benjakul, S.; Kittiphattanabawon, P.; Regenstein, J.M. 2012. Fish gelatin. In *Food Biochemistry and Food*; Simpson, B.K., Nollet, L.M.L., Toldrae, F., Eds.; John Wiley & Sons Inc.: Ames, IA, USA,; pp. 388–405.

- Bessahraoui T., et Kerrache A. 1998.** Etude socio-économique relative à l'élevage camelin dans la région du Hoggar (Algérie). Mémoire d'Ingéniorat en Sciences Agronomiques. Institut d'Hydraulique et d'Agronomie Saharienne. Ouargla (Algérie). pp. 99-101
- Birk D.E. & Bruckner P. 2005.** Collagen superstructures. *Topics in Current Chemistry*, 247: pp185-205.
- Blazej A., Galatik A., Galatik J. & Mladek M. 1984.** Technologie kuze a kozesin. Praha.SNTL, pp143-145.
- Boran G., Lawless H.T., Regenstein J.M. 2010.** Effects of Extraction Conditions on the Sensory and Instrumental Characteristics of Fish Gelatin Gels. *Journal of Food Science*, 75 (9),469-S476
- Borderias, A. J., Colmenero, J. F., et Tejada, M. 1985.** Viscosity and emulsifying ability of fish and chicken muscle protein. *Journal of Food Technology*, 20, 31–42.
- Bourzat D., et Wilson R.T. 1987.** La Recherche cameline en Afrique. *Rev.Sci.Tech.offint. epiz.*,6(3) : pp.375-383.
- Boussouar N. 2017.** Caractérisation technologique et sanitaire des entérocoques isolés à partir de lait de chamelle du Sud-Ouest Algérien. Thèse de doctorat en Sciences..238p
- Breene W.M. 1975.** Application of texture profile analysis to instrumental food texture evaluation. *Journal of Texture Studies*, 6, 53-8
- BSI (British Standards Institution). 1975.** Methods for sampling and testing gelatin (physical and chemical methods). London: BSI.
- Buice R.G., Gold T.B., and Lodder R.A. 1995.** Determination of Moisture in intact Gelatin Capsules by Near- Infrared Spectrophotometry', *J. of Pharmaceutical Research*, Vol. 12, N1PP. pp 333-345.
- C.D.A.R.S., 2016.** Commissariat au Développement Agricole des Régions Sahariennes de Ouargla. Effectif du cheptel camelin en Algérie . 2015.
- Carvalho R. A., and Grosso C.R.F., 2008.** Properties of Chemically Modified Gelatine Films', *J. Brazilian journal of chemical engineering*, Sao Paulo, N°1, Jan /mar. pp 1322-1331.,
- Chang C. P., and Leung T.K.. 2006.** Release Properties on Gelatine-Gum Arabic Microcapsules Containing Camphor Oil with added Polystyrene', *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, Vol.50. pp.136-140.

Chavan, U. D., McKenzie, D. B., & Shahidi, F. 2001. Functional properties of protein isolates from beach pea (*Lathyrus maritimus* L.). *Food Chemistry*, 74(2), 177-187.

Chehema A., 2003. Productivité pastorale et productivité laitière en Algérie : lait de chamelle pour l'Afrique. FAO. Rome, 7-15.

Chène C., 2000. 'La Gélatine', J. de l'Adrianor, Agro-jonction. Septembre/Octobre 2000. N° 24, PP. 752-788..

Cheow C.S., Norizah M.S., Kyaw Z.Y., Howell N.K. 2007, Preparation and characterisation of gelatins from the skins of sin croaker (*Johnius dussumieri*) and shortfin scad (*Decapterus macrosoma*), *Food Chem.* 101 386–391.

Chibah A., 2012. Extraction et caractérisation électrophorétiques des protéines membranaires des globules gras du lait de chamelle. Mémoire de Magistère en sciences biologiques, Université Mouloud Mammeri - Tizi Ouzou (Algérie).

Cho S., Kwak K., Park D., Gu Y., Ji C., Jang D., Lee Y., & Kim S. 2004. Processing optimization and functional properties of gelatin from shark (*Isurus oxyrinchus*) cartilage. *Food Hydrocolloids*, 18(4), 573-579.

Choi Y. S., and Hong S. R., 1999. Study on Gelatin-Containing Artificial Skin: I Preparation and Characteristics of Novel Gelatine-Alginate Sponge', *J. of Biomaterials* Vol.20, pp.409-417.

Correra A., 2006. Dynamique de l'utilisation des ressources fourragères par les dromadaires des pasteurs nomades du parc national du banc d'Arguin (Mauritanie). Thèse de doctorat en Sciences. Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (France). 247 p.

Cosmo F. Di., 2001. Drug Delivery via Therapeutic Hydrogels', United States Patent. N.6, pp. 228, 393.

Damodaran S. 1997. Protein-stabilized foams and emulsions. In Damodaran S, Paraf A, editors. *Food Proteins and their Applications*. New York: Marcel Dekker. p 57-110.

De Wolf F. A., 2003. Collagen and gelatin. In : *Progress in biotechnology*, vol. 23. Elsevier Science B.V. pp. 133-218.

Dickinson, E. and G. Lopez. 2001. Comparison of the emulsifying properties of fish gelatin and commercial milk proteins. *Journal of Food Science*. 66(1): p. 118-123.

Djabourov M., Leblond J., Papon P. I., 1988. Gelation of aqueous gelatin solutions. I. Structural investigation. *Journal de physique*, vol 49, pp 319-332.

DSA 2016. Direction des services agricoles- Ouargla

Du, L., Khiari, Z., Pietrasik, Z. & Betti, M. 2013. Physicochemical and functional properties of gelatins extracted from turkey and chicken heads. *Poultry Science*, 92: 2463–2474.

Eckes B., Nischt R., and Krieg T., 2010. Cell-matrix interactions in dermal repair and scarring. *Fibrogenesis & Tissue Repair*, vol 4, n°3. DOI : 10.1186/1755-1536-3-4

Faye B. et Konuspayeva G., 2017. Lait de chamelle - Nouvelle frontière du développement laitier dans les pays du sud, CIRAD, France, Université AL-Farabi, Kazakhstan. p 39.

Faye B., 1997. Guide de l'élevage du dromadaire. CIRAD-EMVT, Montpellier, première édition, 126 p.

Faye B., 2002. Le dromadaire pédagogique, collection les savoirs partagés CIRAD, 1ère Edition .37 p.

Faye B., and Bonnet P., 2012. Camel sciences and economy in the world: Current situation and perspectives. In Proc. 3rd ISOCARD conference. Keynote presentations. 29th January –1st February 2012, Sultan Qaboos University. Muscat, (Sultanate of Oman). pp 2–15.

Faye B., Jaouad M., Bhrawi K., Senoussi A., Bengoumi M., 2014. Elevage camelin en Afrique du Nord : état des lieux et perspectives. In *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux (REMVT)*, 2014, 67 (4) : 213-221.

Faye B., 2015. Role, distribution and perspective of camel breeding in the third millennium economies. *J. Food Agric*, 27 :pp. 318-327.

Faye B., Senoussi H., Jaouad M., 2017. Le dromadaire et l'oasis : du caravansérail à l'élevage périurbain. *Cahiers Agricultures* 26(1): 14001. DOI: 10.1051/cagri/2017005.

Faye B., 2018. The improvement of camel reproduction performances : just a technical question?. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires* 6: pp265–269.

Faye B., 2020. How many large camelids in the world ? A synthetic analysis of the world camel demographic changes . *Research, Policy and Practice* (2020). pp.10:25 <https://doi.org/10.1186/s13570-020-00176-z>

Gomez-Guillen M.C., Fernandez-Diaz M.D., Montero P., 2001. Gel properties of collagens from skins of cod (*Gadus morhua*) and hake (*Merluccius merluccius*) and their modification by the coenhancers magnesium sulphate, glycerol and transglutaminase. *Food Chemistry*,74:pp161-167.

- Fonkwe, L. G., & Singh, R. K. 1997.** Production and characterization of gelatinous protein extracts from turkey deboned residue. *Process Biochem*, 32:309–318.
- Foret S., 2003.** Etude d'un nouveau procédé de fractionnement des co-produits de fabrication de jambon sec et des propriétés physico-chimiques et fonctionnelles des extraits et raffinats. Thèse de doctorat en Sciences des Agroressources . Université de Toulouse , 41 p.
- Galaev and Mattiasson B., 2007.** *Smart Polymers Applications in Biotechnology and Biomedicine*, Chap.8, 2nd ed .
- Gelatine Manufacturers of Europe. 2000.** (GME). Tout sur la gélatine. Bruxelles (Belgique)
- Georgantelis, D., Gkalitsopoulou, A., & Kontoveros, M. 2012.** Thermally treated products from processed cephalopods and method of production thereof description: Google Patents
- GME. 2008.** Gelatin manufacturers of Europe.
<http://www.gelatine.org/en/gelatine/overview/127.htm>.
- GMIA. 2012.** Gelatin handbook. Gelatin Manufacturers Institute of America. New York, [online], <http://www.gelatin-gmia.com/html/qanda.html>
- Gómez-Guillén M. C., Turnay J., Fernandez-Diaz M. D., Ulmo N., Lizarbe M. A., et Montero P. 2002.** Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species: a comparative study. *Food Hydrocolloids*, 16, 25-34.
- Gómez-Guillén M. C., Giménez B., López-Caballero M. E., & Montero M. P. 2011.** Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: a review. *Food Hydrocolloids*, 25, 1813e1827.
- Gorham S.D., 1991.** "Collagen," in *Biomaterials. Novel Materials from Biological Sources*, D. Byrom, ed., New York, NY: Stockton Press, pp. 55-122.
- Grinnell F., 2003.** Fibroblast biology in three dimensional collagen matrices. *TRENDS in Cell Biology*, vol 13, n°5, pp. 264-269. DOI : 10.1016/S0962-8924(03)00057-6
- Grobben A. H., Steele, P. J., Somerville R. A., Taylor D. M. and Schreuder B. E. C. 2005.** Inactivation of the BSE agent by the heat and pressure process for manufacturing gelatine. *The Veterinary record* 157: pp 277-281.
- Harding J. J., 1965.** The unusual links and cross-links of collagen. *Advances in Protein Chemistry*, 20, pp 109-190.

Highberger J. H., 1939. The Isoelectric Point of Collagen. *Journal of the American Chemical Society* 61(9): pp 2302-2303.

Huang Ya-I and Chih Y.C. 2007. Microencapsulation of Extract Containing Shikonin Using Gelatine-Acacia Coacervation Method: A Formaldehyde-Free Approach. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 58. pp.290-297.

Hung R.G., Schawrtz J.B., and C. M. Ofner III., 1999. Microencapsulation of Chlorpheniramine Maleate-Resin Particles with Crosslinked Chitosan for Sustained Release. In *Pharmaceutic Development and Technology*, , Vol.4, N1, pp. 107-115.

ILO (International Labour Office) 1989. Tanning of hides and skins.-3e éd.-Genève : ILO.- 225 p.

Jamilah, B. & Harvinder, K.G. 2002. Properties of gelatins from skins of fish-black tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and red tilapia (*Oreochromis nilotica*). *Food Chemistry*, 77, 81-84.

Jeya Shakila, R., Jeevithan, E., Varatharajakumar, A., Jeyasekaran, G., & Sukumar, D. 2012. Functional characterization of gelatin extracted from bones of red snapper and grouper in comparison with mammalian gelatin. *LWT - Food Science and Technology*, 48, 30–36.

Johnston-Banks FA. 1990. Gelatin. In: Harris P, editor. *Food gels*. London: Elsevier Applied Science Publishers. p 233-89.

Jones B.E., 1987. In *hard capsules-development and technology*. Ridgway, K., Ed. The Pharmaceutical: London, U.K., pp 39-48.

Jones, N.R. 1977. Uses of gelatin in edible products. In A. G. Ward, & A. Courts (Eds.), *The science and technology of gelatins* (pp. 365e394). New York: Academic Press.

Jongjareonrak, A., Rawdkuen, S., Chaijan, M., Benjakul, S., Osako, K., et Tanaka, M. 2010. Chemical compositions and characterisation of skin gelatin from farmed giant catfish (*Pangasianodon gigas*). *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie- Food Science and Technology*, 43(1), 161–165.

Jridi M., Nasri R., Lassoued I., Souissi N., Mbarek A., Barkia A., Nasri M. 2013. Chemical and biophysical properties of gelatins extracted from alkali-pretreated skin of cuttlefish (*Sepia officinalis*) using pepsin, *Food Res. Int.* 54 (2013) 1680–1687.

Kaewruang, P., Benjakul, S., & Prodpran, T. 2014. Characteristics and gelling property of phosphorylated gelatin from the skin of unicorn leatherjacket. *Food Chemistry*, 146(1), 591-596.

Karim A. A., Bhat R., 2008. Gelatin alternatives for food industry: recent developments, challenges and prospects. In *Trends in Food Science & Technology*, Volume 19, Issue 12, December 2008, Pages 644-656

Karim A.A., et Bahat R., 2009. Fish gelatin. Properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatin. In *Food Hydrocolloids*, 23, pp. 265-576.

Khalid R., 2010. Formation d'agrégats de hauts poids moléculaire dans la gélatine et le comportement en solution aqueuse. Thèse de doctorat en Sciences, Université de Toulouse-INP Toulouse. (France).

Khalid, E. K., Babiker, E. E., & El Tinay, A. H. 2003. Solubility and functional properties of sesame seed proteins as influenced by pH and/or salt concentration. *Food Chemistry*, 82(3), 361-366.

Kinsella, J. E. 1976. Functional properties of proteins in foods: A survey. *CRC Critical Review in Food Science and Nutrition*, 7, 219–280.

Kittiphattanabawon, P., Benjakul, S., Visessanguan, W., & Shahidi, F. 2010. Comparative study on characteristics of gelatin from the skins of brownbanded bamboo shark and blacktip shark as affected by extraction conditions. *Food Hydrocolloids*, 24(2), 164-171.

Kittiphattanabawon, P., Benjakul, S., & Shahidi, F. 2012. Effect of extraction temperature on functional properties and antioxidative activities of gelatin from shark skin. *Food & Bioprocess Technology*, 5(7), 2646-2654.

Kittiphattanabawon, P., Benjakul, S., Sinthusamran, S., & Kishimura, H. 2016. Gelatin from clown feather back skin: Extraction conditions. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie- Food Science and Technology*, 66, 186–192.

Koli, J. M., Basu, S., Nayak, B. B., Patange, S. B., Pagarkar, A. U., & Gudipati, V. 2012. Functional characteristics of gelatin extracted from skin and bone of tiger toothed croaker (*Otolithes ruber*) and pink perch (*Nemipterus japonicus*). *Food Bioproducts Processing*, 90, 555-562.

Kristinsson, H. G., & Rasco, B. A. 2000. Fish protein hydrolysates: Production, biochemical, and functional properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40, 43-81.

Ktari N., Bkhairia I., Jridi M., Hamza I., Riadh B.S., Nasri M., 2014. Digestive acid protease from zebra blenny (*Salaria basilisca*): Characteristics and application in gelatin extraction, *Food Res. Int.* 57. 218–224.

Lasnami K., 1986. Le dromadaire en Algérie, perspectives d'avenir. Thèse Magister en Sciences Agronomiques. INA El Harrach (Alger)..185 p.

Lassoued, I. Jridi, M. Nasri, R. Dammak, A. Hajji, M. Nasri, M. Barkia, A. 2014. Characteristics and functional properties of gelatin from thornback ray skin obtained by pepsin-aided process in comparison with commercial halal bovine gelatin, *Food Hydrocoll.* 41. 309–318.

Le Hir A., 2001. 'Pharmacie Galénique- Bonnes Pratiques de Fabrication des Médicaments', 8ème éd.. éd. Masson, Paris (France). pp.76- 78.

Liu, H., Li, D., and Guo, S. 2008. Rheological properties of channel 632 catfish (*Ictalurus punctatus*) gelatine from fish skins preserved by different methods. *LWT – Food Science and Technology*, 41, 414–419.

Lobo, L., 2002. Coalescence during emulsification. Effect of gelatin on rupture and coalescence. *Journal of Colloid and Interface Science.* 254(1): p. 165-174.

Luc Daniel. A. S. 2014: Les méthodes d'extraction de la gélatine bovine: Cas des peaux de Bovins de Ngaoundéré Cameroun. Éditions universitaires européennes, 21 mai 2014 . ISBN 6131548307, 9786131548307

MADR 2018 Statistiques agricoles. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Document numérique.

Mahboub, N., Telli, A., Siboukeur, O., Boudjenah, S., Slimani, N., & Mati, A. 2010. Contribution à l'amélioration de l'aptitude fromagère du lait camelin : étude des conditions de conservation des enzymes gastriques camelines : *Annales des Sciences et Technologie*, vol 2, N° 1, 71-79.

Mahmood M., Barbotii, Shahrazad R., Firas H. K., Al-Hamdani. 2007. Optimisation of production of food grade Gelatin from Bovine Hide Wastes. *England and Technology*, Vol.26, No 2. pp 1-14

Mansouri M., 2005 Projet des normes pour le classement des peaux et cuirs dans les pays d'Afrique de l'Ouest (Mali, Burkina Faso, Niger, Sénégal).-Mégrine (Tunisie) : CNCC/DER.- 41 p.

Mariod A. A., Adam H. F., 2013. Review: gelatin, source, extraction and industrial application. *Acta Scientiarum Polonorum, Technol. Aliment.*, 12(2) : pp 135-147.

Martini M. C., 2000. Actifs et Additifs en Cosmétologie. Ed. Tec et Doc, 3ème éd, pp. 279-958.

Meribai, A., Diafet, A., Bahloul, A., Ouarkoub, M., Naami, S., Bachene, A., Kahia, A., et Bensoltane, A. 2016. Lait cru d'espèce cameline (*Camelus dromedarius*) collecté au Sud-Est Algérien: Aptitudes à la coagulation et transformation technologique, effets d'un régime alimentaire riche en plantes hallophytes sur l'évolution des flores lactiques. In *Journal of New Sciences*, vol 25(9), pp1189-1194.

Meyer, M.C., Straughn, A.B., Mhatre, R.M., Hussain, A., Shah, V.P., Bottom, C.B., Cole, E.T., Lesko, L.L., Mallinowski, H., & Williams, R.L. 2000. The effect of gelatin crosslinking on the bioequivalence of hard and soft gelatin acetaminophen capsules. *Pharmaceutical Research*, 17 (8), 962-966.

Mhd Sarbon N., Badii F., Howell N.K. 2013, Preparation and characterisation of chicken skin gelatin as an alternative to mammalian gelatin, *Food Hydrocolloids* 30(1) 143-151.

Mohtar, N. F., Perera, C., & Quek, S.-Y. 2010. Optimisation of gelatine extraction from hoki (*Macrurus novaezelandiae*) skins and measurement of gel strength and SDS- PAGE. *Food Chemistry*, 122(1), 307-313.

Montero P., 2002. Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species: a comparative study. *Food Hydrocolloids*, 16: pp 25-34.

Mutilangi, W. A. M., Panyam, D., & Kilara, A. 1996. Functional properties of hydrolysates from proteolysis of heat-denatured whey protein isolate. *Journal of Food Science*, 61, 270-274.

Muyonga, J. H., Cole, C. G. B., & Duodu, K. G. 2004. Characterisation of acid soluble collagen from skins of young and adult Nile perch (*Lates niloticus*). *Food Chemistry*, 85(1), 81-89.

Nagarajan, M., Benjakul, S., & Prodpran, T. 2012. Characteristics and functional properties of gelatin from splendid squid (*Loligo formosana*) skin as affected by extraction temperatures. *Food Hydrocolloids*, 29(2), 389-397.

Ndolimbe N., 1988. Contribution à l'étude des cuirs et peaux au Sénégal. Thèse : Méd. Vét. : Dakar ; 38

Nie, S., Huang, J., Hu, J., Zhang, Y., Wang, S., Li, C., Marcone, M., & Xie, M. 2013. Effect of pH, temperature and heating time on the formation of furan in sugar–glycine model systems. *Food Science and Human Wellness*, 2(2), 87-92.

Ninan, G., Joseph, J., Zynudheen, A. A., & Geethalakshmi, V. 2009. Optimization of gelatin extraction from the skin of freshwater carps by Response Surface Methodology. *Fishery Technology*, 46(2),123-138.

Ninan, G., Jose, J., & Abubacker, Z. 2011. Preparation and characterization of gelatin extracted from the skins of rohu (*Labeo rohita*) and common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Food Processing and Preservation*, 35(2), 143-162.

Ninan, G., Joseph, J., & Aliyamveetil, Z. A. 2014. A comparative study on the physical, chemical and functional properties of carp skin and mammalian gelatins. *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 2085-2091.

Niu, L., Zhou, X., Yuan, C., Bai, Y., Lai, K., Yang, F., & Huang, Y. 2013. Characterization of tilapia (*Oreochromis niloticus*) skin gelatin extracted with alkaline and different acid pretreatments. *Food Hydrocolloids*, 33, 336–341.

Ofner C.M and Zhang Y.E., 2001. Crosslinking Studies in Gelatin Capsules Treated with Formaldehyde and in Capsules Exposed to Elevated Temperature and Humidity. *J. of Pharmaceutical Sciences*, vol. 90, N1 .

Olive J., F. Mori and Toda Y. 2001. Influence of the Molecular-Weight Distribution of Gelatin on Emulsion Stability, *J.of Colloid and Interface Science* 243, pp.476-482.

Oulad Belkhir A., 2018. Caractérisation des populations camelines du Sahara Septentrional Algérien. Evaluation de la productivité et valorisation des produits, Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Université kasdi Merbah, Ouargla. (Alger) P: 7.10. 62.

Ould Ahmed M., 2009. Caractérisation de la population des dromadaires (*Camelus dromedarius*) en Tunisie. Thèse de doctorat en sciences agronomiques, Institut national agronomique de Tunisie (Tunisie).

Pearce K.N., Kinsella J.E., 1978. Emulsifying properties of proteins: evaluation of a turbidimetric technique, *J. Agric. Food Chem.* 26. 716–723.

Fratzl P., 2008. Collagen structure and mechanics. Ed, Springer Science+Business Media, LLC, 233 Spring Street, New York, pp. 15-23.

Portier F., 2016. Biomatériaux collagène/gélatine (Des phases cristal-liquides aux matériaux hybrides). Thèse de Doctorat en Physique et Chimie des Matériaux. Université Pierre et Marie Curie., Paris. pp. 60-61.

Rahli, F., 2015. Valorisation du lait de chamelle par l'exploitation des potentialités technologiques des bactéries lactiques isolées localement. Thèse de Doctorat en sciences microbiologiques appliquées (option : contrôle microbiologique et hygiène alimentaire), Université d'Oran -1-, Oran, (Algérie).

Rbii, K., Surel, O., Brambati, N., Buchert, A.-M. & Violleau, F. 2010. Study of gelatin renaturation in aqueous solution by AFIFFF-MALS: influence of a thermal pre-treatment applied on dry gelatine. Submitted for publication in *Food Hydrocolloids* .

Richard D., et Gerald D., 1989. La production laitière des dromadaires Dankali (Ethiopie). *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trp.* Vol.(42): pp 97-103.

Rose, P.I. (1987). *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, 2nd edition, Volume 7.

Rutagwenda, T., Lechner Doll M., Kaske M., Engelhardt W.V., Schultka, W., & Schwartz, H.J. 1989. Adaptation strategies of camels on a thornbush savannah pasture : Comparison with other domestic animals. *CIHEAM, Options Méditerranéennes*, 69-73.

Safari, A., & Malek, M. 2014. The influence of extraction conditions on ash content of gelatin obtained from cattle bone by acid process. In 2nd international congress on food Technology; Kusadası/Turkey association of food technology/iation of food Technology/. Ankara University/Turkey

Sanderson GR. 1990. Gellan gum. In: Harris P, editor. *Food gels*. New York: Elsevier Applied Science. p 201-32

Savadkoohi, S., Hoogenkamp, H., Shamsi, K., & Farahnaky, A. 2014. Color, sensory and textural attributes of beef frankfurter, beef ham and meat-free sausage containing tomato pomace. *Meat Science*, 97(4), 410-418.

Schacht E., Draye J. P. and Delaey B. 2000. Medicaments Containing Gelatine Crosslinked with Oxidized Polysaccharides. United States Patent, N.6, pp. 132-159.

Schrieber R., and H. Gareis., 2006. Gelatine Handbook: Theory and Industrial Practice, éd. Wiley-VCH Verlag &Co. KCA, (USA). pp.50-116.

Schrieber R., Gareis H., 2007. Gelatin handbook: theory and industrial practice. Wiley Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, pp 45-66.

Senoussi A., 2009. Le Camelin ; Facteur de la Biodiversité et... à Usages Multiples ! », in Actes (volume II) Séminaire International sur la Biodiversité Faunistique en Zones Arides et Semi Arides, Université Kasdi Merbah Ouargla (Algérie). pp.265-273.

Senoussi A., Brahimi Z et Beziou S., 2017. Portée de l'élevage camelin en Algérie et perspectives de développement. Revue des Bioressources Vol 7 N° 1 Juin 2017. pp. 29- 38

Senoussi C., 2011. Les protéines sériques du lait camelin collecté dans trois régions du sud algérien : essais de séparation et caractérisation de la fraction protéase peptone. Mémoire de magister en science biologiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (Algérie).

Silva, R. S. G., Bandeira, S. F., & Pinto, L. A. A. 2014. Characteristics and chemical composition of skins gelatin from cobia (*Rachycentron canadum*). Lebensmittel- Wissenschaft und -Technologie- Food Science and Technology.

Sinthusamran, S., Benjakul, S., & Kishimura, H. 2014. Characteristics and gel properties of gelatin from skin of seabass (*Lates calcarifer*) as influenced by extraction conditions. Food chemistry, 152, 276-284.

Site web 2022 a <https://fr.db-city.com/Alg%C3%A9rie--El-Oued--El-Oued--El-Oued>

Site web 2022 b <https://fr.db-city.com/Alg%C3%A9rie--Ouargla--Ouargla--Ouargla>

Sow, L. C., & Yang, H. 2015. Effects of salt and sugar addition on the physicochemical properties and nanostructure of fish gelatin. Food Hydrocolloids, 45, 72-82.

Spinelli, J., Koury, B., and Miller, R. 1972. Approaches to the utilization of fish for preparation of protein isolates - enzymatic modifications of myofibrillar fish proteins. Journal of Food Science, 37, 599-603.

Stainsby G., 1977. The physical chemistry of gelatin. In A.G. Wand & A. Courts, the science and technology of gelatin). Ed. London: Academic Press. pp.109-136.

Surh Jand E., and Decker A. 2006. ‘Properties and Stability of Oil-in-Water Emulsions Stabilized by Fish Gelatine’, *J. of Food Hydrocolloids* 20, pp.596-606.

Titaouine M., 2006. Considérations zootechniques de l'élevage du dromadaire dans le Sud-Est Algérien influence du sexe et de la saison sur certains paramètres sanguins. Mémoire de Magister en sciences vétérinaires, UEL Hadj Lakhdar Batna (Algérie). 32p.

Van der Ven C, Gruppen H, de Bont DBA, Voragen AGJ. 2002. Correlations between biochemical characteristics and foam forming and –stabilizing ability of whey and casein hydrolysates. *J Agric Food Chem* 50:2938-46.

Walker A. A. Oldest Glue Discovered. In : Archeology (en ligne). 21 mai 1998. Consulté le 23/07/2019. Disponible à l'adresse :<http://archive.archaeology.org/online/news/glue.html>

Walstra, P. 2003. Physical chemistry of foods. New York: Marcel Dekker.

Wangtueai, S., & Noomhorm, A. 2009. Processing optimization and characterization of gelatin from lizardfish (*Saurida* spp.) scales. *LWT - Food Science and Technology*, 42(4), 825-834.

Ward A.G., 1977. The Science and Technology of Gelatine’, Academic press, London pp. 99, 159-207

Widiasari R., Rawdkuen S. 2014, Extraction and characterization of gelatin from chicken feet by acid and ultrasound assisted extraction, *Food and Applied Bioscience Journa* 2(1) 85-97.

Wilson R.T., 1998. The Tropical Agriculturalist: Camels. Macmilan Education Ltd. London and Basingstoke. pp. 33-89.

Wright N.T., Humphrey J.D., 2002. Denaturation of collagen via heating : an irreversible rate process. *Annual review of biomedical engineering*, vol 4, pp 109-128.

Wong, D. W. S. 1989. Mechanism and theory in food chemistry. New York: Van Nostrand Reinhold Company Inc.

Yang, H., Wang, Y., Jiang, M., Oh, J. H., Herring, J., & Zhou, P. 2007. Two-step optimization of the extraction and subsequent physical properties of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) skin gelatin. *Journal of Food Science*, 72, 188e195.

Zarrin M., Riveros JL ., Ahmadpour A., de Almeida A.M., Konuspayeva G ., Vargas-Bello-Pérez E., 2020. Camelids: new players in the international animal production context. *Tropical Animal Health and Production* (52): 903–913.

Zayas, J.F. (1997). Solubility of proteins. In *Functionality of Proteins in Food* (pp. 6-22). Berlin: Springer-Verlag.

Zhou, P., Mulvaney, S. J., & Regenstein, J. M. 2006. Properties of Alaska Pollock Skin Gelatin: A Comparison with Tilapia and Pork Skin Gelatins. *Journal of Food Science*, 71(6), C313-C321.

Zilhadia, Yahdiana, H., Irwandi, J., & Effionora, A. 2018. Characterization and functional properties of gelatin extracted from goatskin. *Int. J. Food Res. Technol.*, 25 (1), 275–281.

Annexes

FICHE D'ENQUÊTE POUR LES ABATTOIRS

Date de l'enquête :..... /...../201....

N° du questionnaire :.....

Adresse de l'abattoir :.....

Commune :.....Wilaya :.....

Prise de contact :

Dans le cadre de la thèse de doctorat, et afin de collecter des informations sur la situation de la filière peau, nous effectuons une enquête auprès des différents acteurs de cette filière à savoir : éleveurs, abattoirs et utilisateur.

Vos réponses seront un élément essentiel à la réussite de cette étude. Pouvez- vous nous consacrer quelques instants ?

1. Données sur l'abattoir

1.1. Localisation de l'abattoir.....

1.2. Date de démarrage.....

1.3. Nature de propriétaire :

Privé

APC

Location par l'APC au privé

1.4. Superficie.....

1.5. Surface couverte

1.6. Espèces abattues :

Cameline

Bovine

Ovine

Caprine

1.7. Personnel

▪ Régisseurs

▪ Vétérinaires.....

▪ Égorgeurs.....

▪ Nettoyeurs

▪ Gardiens.....

1.8. Horaire d'abattage.....

- 1.9. Durée de travail.....
- 1.10. Capacité d'abattage.....
- 1.11. Nombre de têtes abattues par antêtes/an
- 1.12. Saison d'affluence
- Maximum.....
 - Minimum.....
 - ✓ Causes de cette affluence
- 1.13. Nombre de têtes abattues par semainetêtes/semaine
- 1.14. Durant la semaine, quel est le jour qui enregistre un taux d'abattage plus élevé ?
.....
- 1.15. la raison
-

2. Les caractéristiques des animaux abattus :

2.1. Origine des animaux abattus :

- Marché
- Eleveur
- Engraisseur
- Autre (à préciser).....

2.2. Population « races » camelines abattues :

- Targui
- chaambi
- Sahraoui
- Arbia
- Ouled Sidi Cheikh
- Reguibat
- Autre (à préciser).....

2.3. Catégories des têtes abattues :

- Makhloul
- Hachui
- Dromadaire adulte
- Chamelle

Animaux de réforme

3. La peau

3.1. Y a-t-il une salle de stockage des peaux et cuirs

Oui

Non

▪ Si oui, la superficie :

▪ Capacité de stockage

3.2. Mode de conservation

Frais

Salé-humide

Salé-sec

Sec-par suspension

Autres (à préciser)

3.3. Orientation de la peau :

Jetée

Si jetée,

▪ Ou ?

▪ pourquoi ?.....

Vendue

Si vendue :

▪ Origine des acheteurs :

Collecteur

Tannerie

Artisan

Autres (à préciser).....

▪ Unité de vente

Kg (le prix :.....)

M²(le prix :.....)

Par toison (le prix :.....)

Autre (préciser)

.....

4. Qualité de la peau :

4.1. Les facteurs qui réduisent la valeur de la peau :

- Tatouages
- Cautérisations
- Incisions
- Blessures
- Maladies
- Autres (à préciser).....

4.2. Maladies affectant la peau :

- La gale
- La dermatite
- La nécrose cutanée
- La variole
- Les tiques
- Les abcès.
- La teigne.
- Autres (à préciser).....
- Les Maladies les plus fréquentes
-

4.3. A quel âge la peau devient de bonne qualité ?

- Jeune
- Adulte
- Agé

4.4. Le sexe qui représente la meilleure qualité de la peau :

- Male
- Femelle

4.5. La race qui donne une peau de bonne qualité :

- Chaambi
- Saharaoui
- Arbia

- Targui
- Reguibi
- Ouled sidi cheikh
- Autres (à préciser).....

FICHE D'ENQUÊTE POUR LES ÉLÈVEURS

Date de l'enquête : / / 201.....

N° du questionnaire :

Sexe : **Age :**

Adresse de l'enquêté :

Commune : **Wilaya :**

Prise de contact :

Dans le cadre de la thèse de doctorat, et afin de collecter des informations sur la situation de la filière peau, nous effectuons une enquête auprès des différents acteurs de cette filière à savoir : éleveurs, abattoire et utilisateurs.

Vos réponses seront un élément essentiel à la réussite de cette étude. Pouvez- vous nous consacrer quelques instants ?

1. Informations générales sur l'éleveur

1.1. L'éleveur et son ménage

- Tribu.....
- Fraction.....
- Type d'habitat
 - Maison en dur
 - Tente
 - Maison en dur + tente
- Mode de vie
 - Nomade
 - Transhumant
 - Sédentaire
- Nombre du ménage.....
- Nombre de ménage occupés dans l'élevage.....

1.2. Niveau d'instruction :

- Analphabète
- École coranique
- Primaire
- Moyen (CEM)
- Secondaire
- Universitaire

1.3. Depuis quand exercez-vous cette activité ?.....

1.4. Qui vous a appris le métier ?

- Votre père
- Un proche ou ami de la famille
- Un autre éleveur
- Autre (à préciser).....

1.5. Activité principale :

- Éleveur
- agriculteur
- Éleveur-Agriculture
- berger
- Ouvrier
- Fonctionnaire
- Retraité
- Autres (à préciser)

1.6. Activité en dehors de l'élevage :

- Agriculture
- Commerce
- Tourisme
- Autres (à préciser)

2. Le cheptel

2.1. Appartenance du troupeau :

- Propriété unique
- Copropriété
 - Nombre de copropriétaires

2.2. Espèces élevées :

Espèces	Nombre
<input type="checkbox"/> Camelin	
<input type="checkbox"/> Caprins	
<input type="checkbox"/> Ovins	
<input type="checkbox"/> Bovins	

2.3. Structure du cheptel camelin

- Mâles adultes.....
- Chamelle.....
- Chamelons.....

2.4. Population « Races » dominantes camelines élevées :

- Targui
- Chaambi
- Sahraoui
- Ouled Sidi Cheikh
- Autre (à préciser)

2.5. Mode d'acquisition cheptel camelin :

- Achat
- Héritage
- Issu du gardiennage
- Autre (à préciser)

2.6. Destination principale de l'élevage camelin :

- Boucherie
- Laitier
- transport
- Course
- Autre (à préciser)

3. Produits camelins :

3.1. Principaux produits :

- La viande
- Le lait
- Autres (à préciser).....

3.2. Produits secondaires :

- Le poil
- La peau
- Autres (à préciser).....

3.3. En cas de besoin d'abattre un animal, ou faite-vous ?

- Clandestinement
 - Pour quoi ?
 - Eloignement de l'abattoir
 - Frais d'abattage
 - Autres (à préciser)
- Au niveau de l'abattoir

2.4. Raisons d'abattage

- Maladies
- Fêtes
- Autres (à préciser)

3.4. La peau :

3.4.1. Utilisez-vous la peau cameline ?

- Oui
- Non
 - Si nn, pourquoi ?
 -

3.4.2. Orientation de la peau :

- Jetée
 - Si jetée,
 - ✓ Ou ?.....
 - ✓ Pourquoi ?.....
- Vendue
 - Si vendue :

- Quelle est l'unité de vente ?
 - Kg (le prix :.....)
 - M²(le prix :.....)
 - Par toison (le prix :.....)
 - Autres (à préciser).....
- Origine des acheteurs :
 - Collecteur
 - Tannerie
 - Artisan
 - Autres (à préciser).....

- Transformée
 - Si transformée,
 - Chaussures
 - Produits artisanaux
 - Tambours
 - Maroquinerie
 - Autres (à préciser).....
- Autre (à préciser).....

3.4.3. Usages antérieurs (éventuellement)

.....

3.4.4. Pourquoi avez-vous arrêté d'utiliser la peau ?.

.....

.....

3.4.5. Les facteurs qui réduisent la valeur de la peau :

- Les tatouages
- Les blessures
- Les coups de fouets
- L'alimentation
- Les maladies

3.4.6. Les maladies agissant sur la qualité de la peau :

- La gale

- La dermatite
- La nécrose cutanée
- La Clavelée
- Les lésions de tiques
- Les abcès.
- Autres (à préciser).....

FICHE D'ENQUÊTE POUR LES UTILISATEURS DE LA PEAU

Date de l'enquête :..... /...../201....

N° du questionnaire :.....

Sexe :..... **Age :**.....

Adresse de l'enquêté :.....

Commune :..... **Wilaya :**.....

Prise de contact :

Dans le cadre de la thèse de doctorat, et afin de collecter des informations sur la situation de la filière peau, nous effectuons une enquête auprès des différents acteurs de cette filière à savoir : éleveurs, bouchers et abattoir.

Vos réponses seront un élément essentiel à la réussite de cette étude. Pouvez- vous nous consacrer quelques instants ?

1. Type d'utilisateur :

- Collecteur
- Eleveur
- Boucher
- Artisan
- Autres (à préciser).....

2. Orientation de la peau :

- Transformée
- Vendue
 - Si vendue :
 - Destination :
 - Collecteur
 - Tannerie
 - Artisan
 - Autres (à préciser).....
 - Unité de vente :
 - Kg (le prix :.....)
 - M² (le prix :.....)
 - Pièce (toison) (le prix :.....)
 - Autre (préciser).....

3. Transformation de la peau :

- Chaussures
- Produits artisanaux
- Tambours
- Maroquinerie
- Autres (à préciser).....

4. Les facteurs qui déprécient la valeur de la peau :

- Cautérisation
- Blessures
- Coups de fouet
- Alimentation
- Maladies
- Incisions
- Tatouages

5. Propositions pour l'amélioration de la qualité des cuirs et peaux :

- Effectuer le marquage sur les parties qui ont peu de valeur en tannerie.
- Combler le déficit alimentaire.
- Prophylaxie et traitement des animaux
- Faire des traitements conservatoires.
- Autres (à préciser)

6. Critères de classement des cuirs et peaux :

- la texture
- la finesse
- les défauts et leurs localisations
- le poids
- le mode de conservation
- la race de dromadaire
- le sexe
- l'Age de l'animal
- autres (à préciser)

7. Avez-vous l'intention d'investir dans la filière peau :

Oui

Pourquoi ?.....

.....

Non

Pourquoi ?.....

.....

8. Les contraintes limitant l'investissement dans la filière de la peau :

Manque de capacités professionnelles

Insuffisance des moyens et matériel

Absence de soutien de l'Etat

Insuffisance d'accès au crédit

Manque de motivation

Autres (à préciser).....