

**UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA**

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

**Département des Sciences Agronomiques**



**Mémoire**  
**MASTER ACADEMIQUE**

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière :** Sciences agronomiques

**Spécialité :** Parcours élevage en zones arides

**Thème**

**Extraction de la gélatine à partir de l'os  
camelin (*Camelus dromedarius*)**

Présenté par : Mme **KALLA Asma**

Soutenu publiquement Le : 20/06/2020

Devant le Jury :

Mme	BOUDJENAH	Saliha	Pr	Président	UKM Ouargla
Mr.	ADAMOU	Abdelkader	Pr.	Encadreur	UKM Ouargla
Mr.	REDJEB	Ayad	Doctorant	Co-Encadreur	UKM Ouargla
Mr.	HENNI	Abdellah	M.C. « B »	Examineur	UKM Ouargla

**Année Universitaire : 2020 / 2021**

Le présent **Mémoire de Master** est inscrit respectivement  
dans des projets de recherche Internationaux

1- **CAMED Dz (ERANETMED 2-72-367)** portantsur :  
*Roles of Camel Breeding in Modern Saharan Societies*  
- *Contributing to their Adaptive Capacities Face to Global Changes-*



Et

2- **CAMEL SHIELD (PRIMA)** ayant trait au :  
*Camel breeding systems: actors in the sustainable economic development of the  
northern Sahara territories through innovative strategies for natural resource  
management and marketing.*



## Remerciements

Avant tout, je remercie Dieu de m'avoir donné le courage, la patience et la volonté pour réaliser ce travail.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de **Mr ADAMOU Abd Elkader**, qui a accepté de m'encadrer, je le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Je remercie aussi à **Mr REDJEB Ayad** mon Co-encadrant pour ses conseils avisés, ainsi que pour l'œil critique et bien veillant qui m'a permis de réaliser ce travail.

**Merci à Mr BOUZAGAG** Ismail chef de service au labo pour son soutien morale et pour son aide pratique et qui m'a toujours accordé un peu de son temps pour m'orienter et me conseiller.

Comme je tiens à remercier **Mr. BELKHALFA Hakim** Directeur du labo CRAPC qui a mis à ma disposition les outils et l'équipement nécessaire pour mon étude ainsi que **Mr. RAHMANI Youcef** Doctorant et que je remercie infiniment pour son aide

Sans oublier les éminents professeurs et les membres du jury **Mme BOUDJENAH Saliha** et **HENNI Abdellah** merci beaucoup d'avoir accepté de juger ce modeste travail.

Je remercie aussi tous mes enseignants du Département des sciences agronomiques, Particulièrement le chef de département et les enseignants d'élevage en zones arides. A celui qui m'a toujours aidé, écouté, soutenu et encouragé et mes amis et toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon travail et qui m'ont aidé lors de la rédaction de ce mémoire.

# *Dédicace*

*A mes parents : mon père et ma mère.*

*A mon père auquel je dis, ce travail était fait pour toi.*

*A ma mère qui m'a tellement supportée et qui  
m'a toujours souhaitée le bien.*

*A mon mari : Belaid.*

*A mes frères : Ahmed, Mourade.*

*A mes sœurs et ma belle-sœur.*

*A mes belles princesses : Mayare, Sidra, Nour Alyakin*

*A toute ma famille et ma belle-famille.*

*A tous mes amis.*

*A tous ceux que je ne pourrais pas citer ici et qui me sont très chers.*

*Je dédie ce travail*

## Liste des tableaux

Tableau 1. Classification zoologique du dromadaire (Kadim & al., 2013).....	4
Tableau 2. Type de collagène et constitution en fonction de la localisation. ....	15
Tableau 3. Nombre d'acides aminés ( $\times 1000$ résidus) présents dans les deux types de gélatine et dans le collagène (Terrien, 2005).....	18
Tableau 4. Critères microbiologiques (GME, 2001).....	24
Tableau 5. Les conditions d'extraction de la gélatine .....	33
Tableau 6. Rendement de la gélatine et conditions d'extraction.....	42
Tableau 7. Le pH des gélatines obtenues .....	44
Tableau 8. Propriétés Moussantes de la gélatine obtenues .....	46
Tableau 9. L'activité émulsifiante des gélatines obtenues.....	47
Tableau 10. Couleur des gélatines obtenues.....	49
Tableau 11 : Résultats microbiologique de la gélatine extraite G4.....	49

## Liste des figures

Figure 1. Aire de dispersion du genre Camelus, la couleur foncée indique une grande population cameline (FAO, 2009). .....	5
Figure 2. Répartition du dromadaire en Algérie .....	6
Figure 3. Evolution de l'effectif camelin (en nombres de têtes). FAO stat (2005-2017) .....	7
Figure 4. Arrangement des atomes dans la structure cristalline hexagonale de l'hydroxyapatite .....	12
Figure 5. Orientation des fibres de collagène (Palard, 2007). .....	13
Figure 6. Structure tridimensionnelle du collagène. ....	14
Figure 7. Images montrant la structure fibreuse du collagène 63 constituant de base de la gélatine (Alvarez, 2014). .....	17
Figure 8. La structure fibreuse du collagène 63 constituant de base de la gélatine .....	19
Figure 9. L'effet du pH sur la distribution des charges électriques pour les types A et B de gélatine (Schrieber et Gareis, 2006).....	21
Figure 10. Courbes montrant la variation du gonflement en fonction du temps et en fonction de la taille des particules de la gélatine .....	22
Figure 11. L'effet du pH sur la variation de la viscosité pour la gélatine pure et pour la gélatine additionnée au sel.....	23
Figure 12. Nouilles de gélatine (Gelatin Handbook) .....	28
Figure 13. Lyophilisateur .....	34
Figure 14. Dispositif d'extraction de la MAT .....	35
Figure 15. pH-mètre .....	35
Figure 16. Le culot .....	36
Figure 17. Homogénéisateur.....	37
Figure 18. Colorimètre .....	38
Figure 19. La préparation des dilutions.....	40
Figure 20. Coliformes thermotolérants ensemencement .....	40
Figure 21. Enrichissement dans le rapport vassiliadis salmonella.....	41
Figure 22. Taux de la matière azotée totale.....	43
Figure 23. Capacité de rétention d'eau et d'huile .....	45

## **Les abréviations**

**AE** : activité émulsifiante.

**CAE** : capacité d'absorption d'eau.

**CAH** : capacité d'absorption d'huile.

**CAE** : capacité d'absorption d'eau.

**CM** : capacité moussante

**CMIA**: Climate Markets and Investment Association

**SM**: stabilité moussante

**FAO**: Food and Agriculture Organization

**MAT** : matière azotée totale

**TM** : la température de fusion de gel (gel)

## Résumé

L'objectif de ce travail est d'une part l'optimisation des conditions d'extraction de gélatine à partir de l'os du dromadaire à fin d'obtenir une gélatine (hallal) d'un coproduit non exploité relativement riche en protéine. D'autre part est de déterminer les caractéristiques physico-chimériques et bactériologiques de la gélatine obtenue.

Notre étude est réalisée sur :

- Les différentes étapes d'extraction : la déminéralisation, prétraitement, optimisation des conditions d'extraction (pH, température, temps) et séchage.
- Les caractéristiques physico-chimériques étudiées sont : la détermination de la matière azotée totale, détermination du pH, capacité d'absorption d'eau, capacité d'absorption d'huile, détermination des propriétés moussantes, activité émulsifiante et détermination de la couleur.
- Les analyses bactériologiques.

Les meilleurs résultats sont obtenus dans les conditions :

- (60 C°, pH 4, 12 heures) pour un rendement de 18.27g /100g, la capacité moussante 371,42% et la capacité d'absorption d'eau 20%.
- (60 C°, pH 4, 8 heures) pour le taux de l'azote totale 86,18%, détermination du pH 5,66 et activité émulsifiante 84,74 %, capacité moussantes 266,66%.
- (70C°, pH 4, 8 heures) pour capacité d'absorption d'huile 566%.
- (60C°, pH 4, 12 heures) pour activité moussante 266,66%, une couleur proche du jaune recherchée et les résultats des analyses bactériologiques très satisfaisantes.

**Mots clés :** Gélatine, Extraction, os, Cameline, alternative, analyses bactériologiques.

## Abstract

The objective is to work on the one hand to obtain the conditions for extracting gelatin from the bone of the dromedary in order to obtain a (hallal) gelatin of an unexploited byproduct relatively rich in protein. On the other hand, it is to determine the physicochemical and bacteriological characteristics of the gelatin obtained.

Our study is carried out on:

- The different extraction steps: demineralization, pretreatment, optimization of extraction conditions (pH, temperature, time) and drying.
- The physicochemical characteristics studied are determination of total nitrogenous matter, determination of pH, water absorption capacity, oil absorption capacity, and determination of foaming properties, emulsifying activity and color determination.
- Bacteriological analyzes.

The best results are obtained under the conditions:

- (60 C °, pH 4, 12 hours) for the yield of 18.27g weight, the foaming capacity 371.42% and the water absorption capacity 20%.
- (60 C °, pH 4.8 hours) for the total nitrogen rate 86.18%, determination of pH 5.66 and emulsifying activity 84.74%, foaming capacity 266.66%.
- (70C °, pH 4, 8 hours) for oil absorption capacity 566%.
- (60C °, pH 4, 12 hours) for foaming activity 266.66%, a color close to the desired yellow and the results of bacteriological analyzes satisfied.

**Keywords:** Gelatin, Extraction, bone, Camlin, alternative, bacteriological analyzes

## الملخص

الهدف من هذه الدراسة من جهة هو تحديد الشروط المثالية اللازمة لاستخراج الجيلاتين من عظم الجمل من أجل الحصول على جيلاتين (حلال) من منتج ثانوي للإبل غير مستغل وغني نسبياً بالبروتين. ومن جهة اخرى تحديد الخصائص الفيزيوكيميائية والبكتريولوجية للجيلاتين الذي تم الحصول عليه.

المراحل التي قامت عليها هذه الدراسة هي

- خطوات الاستخراج المختلفة: التنقية من الاملاح المعدنية ، المعالجة المسبقة ، تحسين ظروف الاستخراج (درجة الحموضة ، درجة الحرارة ، المدة) والتجفيف.
- الخصائص الفيزيائية والكيميائية المدروسة هي ( نسبة الازوت ، تحديد درجة الحموضة ، القدرة على امتصاص الماء ، القدرة على امتصاص الزيت ، تحديد خصائص الرغوة، نشاط الاستحلاب، تحديد الدرجة اللونية.

### • التحاليل البكتيرية

تم الحصول على أفضل النتائج (60 درجة مئوية ، حموضة4، 12 ساعة) مردود الجلاتين المستخرج 18.27 غرام، خصائص الرغوة 371.42 الماء 20٪ ، (60 درجة مئوية ، درجة الحموضة 4, 8 ساعات ) للإجمالي معدل النيتروجين 86.18٪ و درجة الحموضة 5.66 و نشاط الاستحلاب 84.74 ، خصائص الرغوة 266.66 ، (70 درجة مئوية ،درجة الحموضة4, 8ساعات) القدرة على امتصاص الزيت 56.6٪ ، (60 درجة مئوية ، درجة الحموضة 12 ساعة) لنشاط الرغوة 266.66 أما نتائج التحليل البكتيري فهي جيدة.

**الكلمات المفتاحية:** الجيلاتين ، الاستخراج ، العظام ، الجمل ، البدائل ، التحاليل الجرثومية

# Sommaire

## PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction .....	1
Chapitre I : généralité sur le dromadaire	
1 Taxonomie et évolution du dromadaire .....	3
2 Répartition géographique et effectif camelin .....	4
2.1 Répartition mondiale .....	4
2.2 Répartition du dromadaire en Algérie .....	5
2.3 Evolution de l'effectif camelin en Algérie .....	6
3 Intérêts économiques du dromadaire .....	7
3.1 Production de la viande .....	7
3.2 Production du lait .....	8
3.3 Production de poils .....	8
3.4 Production de cuirs .....	8
3.5 Le dromadaire, source de sport et de loisirs .....	9
3.6 Animal de transport et de bât .....	9
3.7 Animal de selle .....	9
3.8 Animal de trait .....	9
Chapitre II : Les co-produits d'origine animal	
1 Définition .....	11
2 Traitement et valorisation des déchets .....	11
2.1 Définition du traitement des déchets .....	11
2.2 Définition de la valorisation des déchets .....	11
2.2.1 Les os .....	11
2.2.2 Composition chimique de l'os .....	12
A. La matrice minérale : .....	12
B. La matrice organique : .....	13
2.3 Le Collagène .....	13
2.3.1 Origine du collagène .....	13
2.3.2 Les constituants du collagène .....	14
2.3.3 Les différentes sources de collagène .....	16
Chapitre III : La gélatine et ses caractéristiques	
1 La gélatine .....	17

1.1	Définition.....	17
1.2	Type de gélatine.....	17
1.3	Composition chimique de la gélatine.....	17
1.4	Transformation du collagène en gélatine .....	19
2	Propriétés technologiques .....	20
2.1	Pouvoir épaississant .....	20
2.2	Pouvoir filmogène.....	20
2.3	Pouvoir émulsifiant.....	20
2.4	Pouvoir foisonnant.....	20
2.5	Pouvoir stabilisant.....	20
2.6	Pouvoir moussant.....	21
3	Caractéristiques physico-chimiques de la gélatine .....	21
3.1	Point isoélectrique.....	21
3.2	Solubilité et gonflement .....	22
3.3	Viscosité.....	22
3.4	Pouvoir gélifiant ou force de gel.....	23
3.5	La couleur.....	23
3.6	L'odeur et le goût.....	24
3.7	La turbidité (ou limpidité) .....	24
4	Caractéristiques microbiologiques.....	24

#### Chapitre IV : les procédés d'extraction et les domaines d'application

1	Procédé d'extraction de la gélatine .....	25
1.1	Déminéralisation des os et préparation de l'osseiné : .....	25
1.2	Prétraitement : .....	26
1.3	Traitement alcalin : .....	26
1.4	Traitement acide : .....	26
1.5	Extraction de la gélatine :.....	27
1.5.1	Cuisson :.....	27
1.5.2	Pasteurisation et filtration :.....	27
1.5.3	Déminéralisation de la gélatine : .....	27
1.5.4	Concentration : .....	28
1.5.5	Séchage : .....	28
2	Domaines d'application .....	28
2.1	Industrie alimentaire et photographique.....	29

2.1.1	Dans la production alimentaire moderne : .....	29
2.1.2	Les produits photographiques.....	29
2.2	Industrie pharmaceutique .....	30
2.2.1	Les films de gélatine .....	30

## **PARTIE EXPERIMENTALE**

1	L'objectif.....	32
2	Matériels et Méthodes.....	32
2.1	Extraction de la gélatine .....	32
2.1.1	Préparation des échantillons.....	32
2.1.2	Déminéralisation de l'os .....	32
2.1.3	Prétraitement.....	33
2.1.4	L'extraction .....	33
2.1.5	Séchage .....	34
2.2	Caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques .....	34
2.2.1	Compositions physico-chimiques .....	34
A.	Détermination de la matière azotée totale (MAT) .....	34
2.2.2	Détermination du pH.....	35
2.2.3	Capacité d'absorption d'eau .....	36
2.2.4	Capacité d'absorption d'huile (CAH) .....	36
2.2.5	Détermination des propriétés Moussantes.....	37
2.2.6	Activité émulsifiante (AE) .....	37
2.2.7	Détermination de la couleur .....	38
2.2.8	Analyses microbiologiques de la gélatine	39
2.2.8.1	Recherche des Germes aérobies	39
2.2.8.2	Recherche des Coliformes thermotolérants fécaux	40
2.2.8.3	Recherche de Salmonella Shigella 37°C milieu SS	41
2.2.8.4	Recherche des staphylococcies aureus	41
2.2.8.5	Recherche Spores des bactéries anaérobies sulfite-réductrices et Clostridium perfringens	41
3	Résultats et discussion .....	42
3.1	Le rendement d'extraction.....	42
3.2	La matière azotée totale.....	42
3.3	Le pH.....	43

3.4	Capacité d'absorption d'eau et d'huile .....	44
3.5	Propriétés Moussantes.....	45
3.6	Activité émulsifiante (AE) .....	47
3.7	La couleur .....	48
3.8	Analyse microbiologique	49
	Conclusion.....	51

# *Introduction*

### **Introduction**

L'élevage camelin est une activité séculaire chez les populations rurales, constituant une ressource financière pour les chameliers et contribue à la création d'emplois pour les bergers. Le dromadaire est un animal généreux en raison des multiples richesses qu'il génère gratuitement (viande, lait, poils, crottin et peau), d'autant plus qu'il soit la seule espèce animale valorisant les parcours sahariens de faible productivité.

Certaines fonctions ont complètement disparu à l'exemple du dromadaire comme auxiliaire de l'agriculture. Toutefois le dromadaire a retrouvé son statut de dromadaire laitier grâce au progrès scientifique qui a prouvé les vertus du lait de chamelle, chose qui a encouragé l'émergence de mini-laitière.

D'autre part, des produits et des sous-produits ne sont pas utilisés à l'image de l'os qui n'a jamais été valorisée ni exploitée dans le domaine industriel. Bien que l'utilisation de l'os du dromadaire pour la production de la gélatine qui n'a pas été entièrement explorée.

Ce déchet représente une source potentielle de gélatine d'où la nécessité de réaliser des tentatives de valorisations. Et c'est dans ce contexte que nous envisageons la présente étude pour permettre l'extraction de la gélatine à partir de l'os de dromadaire qui peut être utilisée à des fins alimentaire et pharmaceutique.

Pour la réalisation de ce travail on a fixé les objectifs suivants :

- ✓ Optimisation des conditions d'extraction de la gélatine.
- ✓ Déterminer les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de la gélatine obtenue.

La présentation de notre travail est divisée sur deux parties, la première partie consacrée à la recherche bibliographique de la situation d'élevage camelin en Algérie. la deuxième partie c'est pour les matériels et les méthodes qu'on a utilisés et l'interprétation des résultats obtenus.

**Partie**

**Bibliographique**

Chapitre

**Généralité sur le  
dromadaire**

## 1 Taxonomie et évolution du dromadaire

Le dromadaire ou le chameau à une seule bosse (*Camelus dromedarius*) est l'une des deux espèces du genre *Camelus*. Le mot dromadaire est un nom emprunté au latin tardif *dromedarius*, du grec ancien *dromados*, génitif de *dromas*, qui signifie « qui court ».

L'autre est le chameau Bactriane ou le chameau à deux bosses (*Camelus bactrianus ferus*), ce nom leur a été donné par référence à la région de "Baktriane" située au nord de l'Afghanistan, où cette espèce était initialement implantée. Ces deux espèces sont particulièrement adaptées aux zones arides et désertiques : le chameau dans les montagnes asiatiques, le dromadaire dans les déserts chauds d'Afrique et d'Arabie (**Lhoste, 1993**).

L'un des principaux problèmes historiques qui aient été posés au sujet du dromadaire africain reste celui de son apparition et de son expansion à tout le nord du continent. Entre les restes fossiles qui remontent au Pléistocène moyen d'un chameau à deux bosses qui a été découvert en 1887 et en 1955 dans un gisement acheuléen dans une sablière du Sud oranais à Ternifine (Tighennif) wilaya de Mascara. Ce chameau fossilisé datant de quelques millions d'années a été défini par **Pomel (1893)** et lui donna le nom de *Camelus Thomasii*. Cette espèce, nettement plus grande que le *Camelus dromedarius*, va perdurer jusqu'au Pléistocène final, sans être jamais abondante. On l'a reconnue dans les gisements moustériens ou atériens du Puits des Chaachas (au sud de Tébessa), à El Guettar (région de Gafsa, Tunisie), à Kifan Bel Ghomari (Taza, Maroc) et sur le littoral algérien. À l'Holocène cette espèce aurait été remplacée par le *Camelus dromedarius*. Et la présence récente (moins de 2 000 ans) du dromadaire au Maghreb et au Sahara se situait un hiatus que seules la paléontologie, la préhistoire pouvaient combler en expliquant la présence dans le même site de deux espèces du même genre, l'une disparue, l'autre actuelle.

**Epstein (1971) et Lhote (1987)** rapportent que le dromadaire avait été introduit en Afrique du Nord (Égypte) à partir du sud-ouest de l'Asie (péninsule arabe et perse). Mais **Cauvet (1925)** pense que le dromadaire aurait bien pu avoir été domestiqué par les peuples d'Afrique en même temps que ceux d'Asie en témoignent les ossements fossiles de dromadaires trouvés en Afrique du Nord en même temps que les objets domestiques en pierre taillée de l'époque paléolithique. En effet ces ossements appartiennent aux dromadaires des races africaines dont le squelette et surtout la dentition sont très différents des races asiatiques venues probablement avec les conquêtes arabes à partir du XI<sup>e</sup> siècle (**Alou, 1985**).

Tableau 1. Classification zoologique du dromadaire (Kadim &amp; al., 2013).

Taxonomie	
Règne	Animal
Embranchement	Vertébrés
Classe	Mammifère
Sous classe	Placentaires
Ordre	Artiodactyles
Sous ordre	Tylopodes
Famille	Camélidés
Genre	Camelus
Espèce	dromedarius

Les chameaux, les lamas, et les Vigognes sont trois genres constituant la famille des camélidés. Les camélidés sont des mammifères vertébrés ongulés appartenant à l'ordre des artiodactyles sous-ordre des tylopodes. Ce sont la seule famille dans ce sous-ordre. Par conséquent, en dépit d'être des animaux ruminants, les camélidés ne figurent pas dans l'ordre des ruminants (Kadim et al, 2013).

## 2 Répartition géographique et effectif camelin

### 2.1 Répartition mondiale

Il est difficile de déterminer exactement le nombre de chameaux dans le monde. Tout d'abord, cela est parce qu'il est principalement un animal des populations nomades qui se déplacent fréquemment. Deuxièmement, parce que les chameaux ne sont généralement pas soumis à la vaccination obligatoire. Ainsi, un recensement exhaustif pour les chameaux est assez difficile. Officiellement, le nombre total des chameaux dans le monde est d'environ 27 millions de têtes. La grande majorité de cette population (84%) sont des dromadaires (*Camelus dromedarius*). Le reste (6%) est des chameaux à deux bosses (*Camelus bactrianus*) peuplant les régions froides de l'Asie (FAOstat, 2013) (Figure 01).

Le dromadaire est, de tous les animaux domestiques, le mieux adapté aux régions chaudes, à climat désertique et subdésertique. Dans ces régions, son aire de distribution s'étend sur environ 20 millions de kilomètres carrés en Afrique au niveau des zones tropicales et subtropicales, des régions arides et semi-arides du nord de l'Afrique et jusqu'au sud-ouest

de l'Asie (Hoste & Peyre de Fabrègues, 1984). Le dénominateur commun des climats de son aire de dispersion semble être la très importante variabilité interannuelle de la faible pluviométrie, la longueur et la siccité extrême de la saison sèche et l'importante amplitude thermique, tant nyctémérale que saisonnière (Peyre de Fabrègues, 1989).

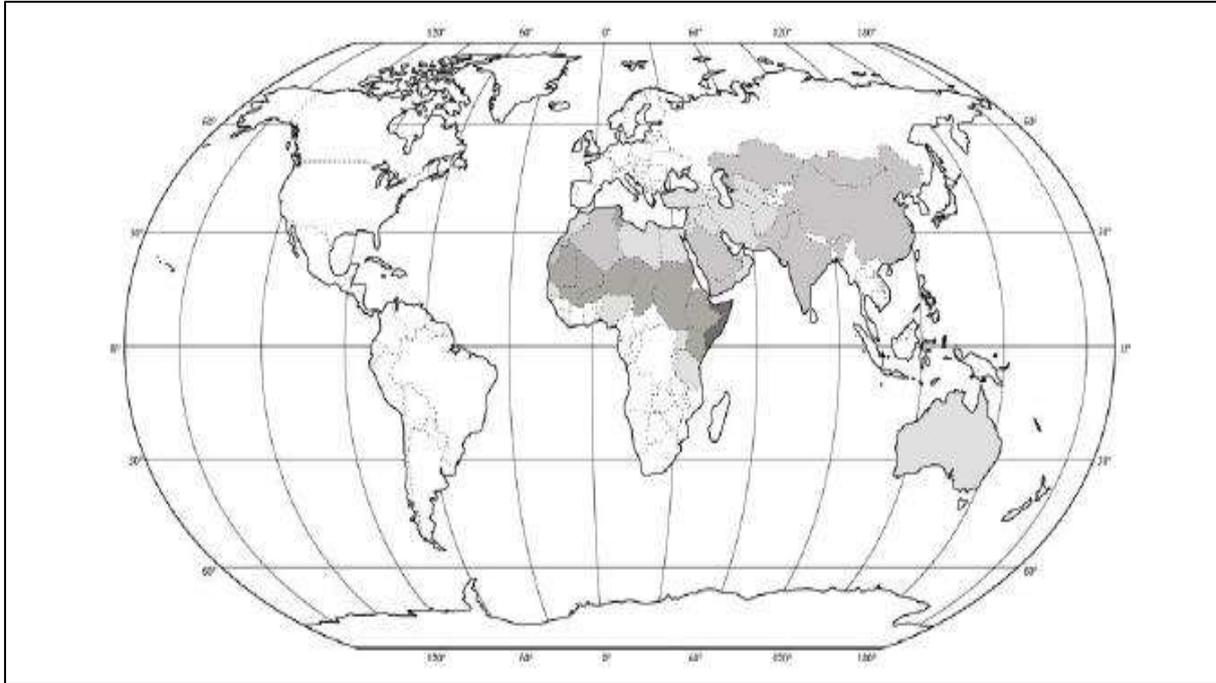


Figure 1. Aire de dispersion du genre *Camelus*, la couleur foncée indique une grande population cameline (FAO, 2009).

## 2.2 Répartition du dromadaire en Algérie

Le dromadaire est présent dans 17 Wilayas (8 sahariennes et 9 steppiques). L'effectif camelin algérien a été estimé par la FAO stat à 345000 têtes jusqu'à l'année 2013, ce chiffre situe tout de même l'Algérie au 14ème rang mondial et au 6ème rang du monde arabe. Le cheptel camelin 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 (Abdelguerfi & Ramdane, 2003 ; FAOstat, 2013)

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 Khenchela.

- ✓ 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 (BENAISSA.1989)

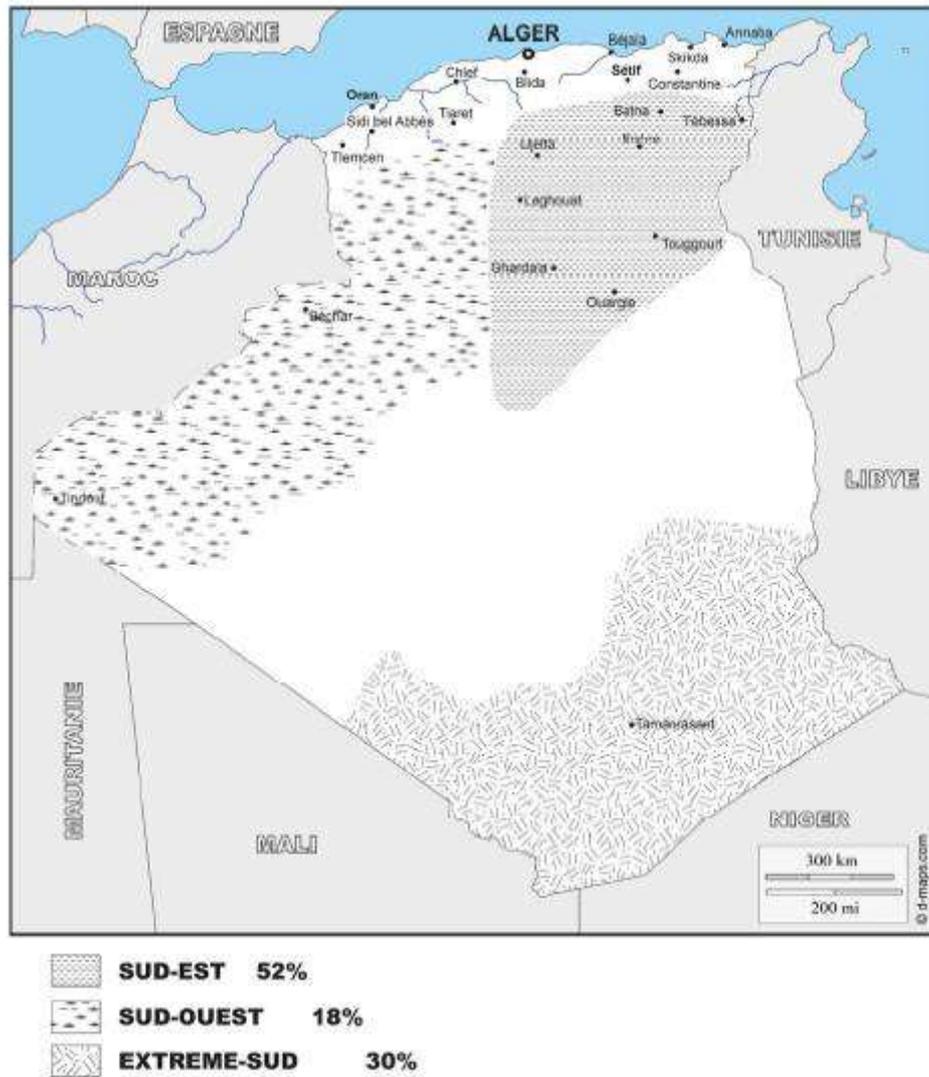


Figure 2. Répartition du dromadaire en Algérie

### 2.3 Evolution de l'effectif camelin en Algérie

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.

Durant la décennie 2007-2017, 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. Cette variabilité est due à la concurrence qu'a subie la viande du dromadaire par les importations des viandes bovines d'Amérique du Sud (Faye et al., 2014). En effet, la population cameline est passée de 286 670 têtes en 2005 à 381 882 têtes en 2017 (FAO, 2018). Cette évolution en effectif est le résultat des programmes de développement de l'élevage camelin mis en place par l'Etat Algérien. (Figure 03)

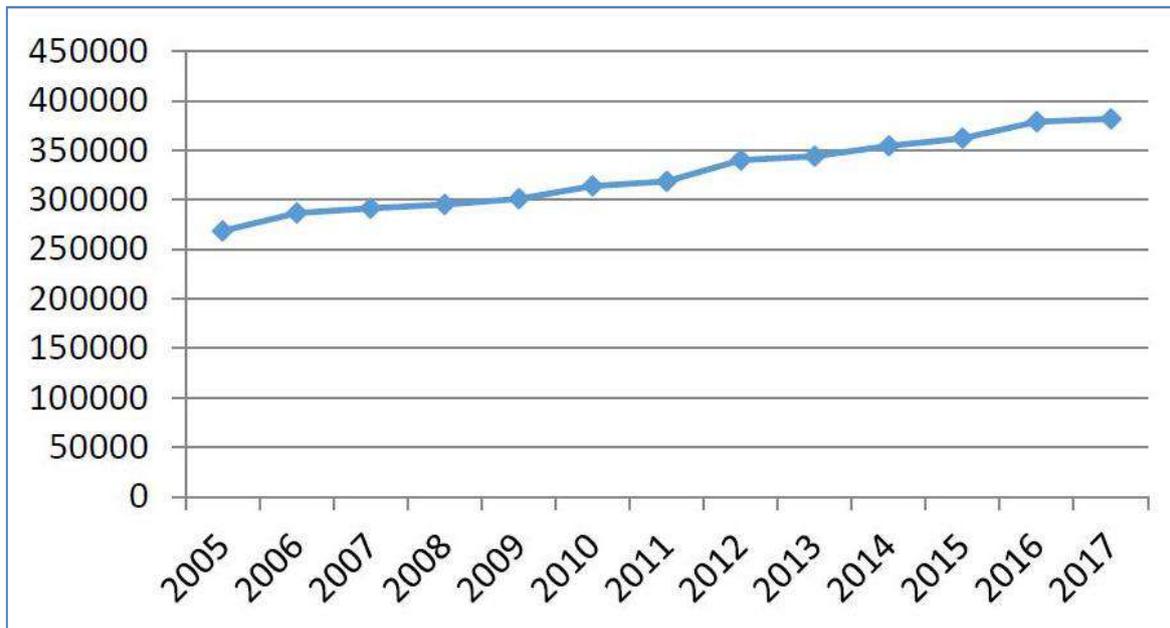


Figure 3. Evolution de l'effectif camelin (en nombres de têtes). FAO stat (2005-2017)

### 3 Intérêts économiques du dromadaire

#### 3.1 Production de la viande

Dans certains pays d'Afrique, le dromadaire est élevé uniquement pour la production de viande (Somalie, Soudan et Kenya), tandis qu'en Algérie, il n'est destiné vers la boucherie qu'en fin de carrière et après un engraissement préalable au pâturage (LASNAMI, 1986). D'après RICHARD et QUEVAL, (1984), le poids dépend surtout du génotype ; il est de 26 à 40 kg environ à la naissance.

KAMOUN (1992) estime que cet animal comme les autres ruminants, possède un potentiel pour la production d'une viande de qualité qui pourrait satisfaire les besoins alimentaires (protéiques) des populations des régions du Sud. Il considère aussi que

l'abattage à 36 mois est le meilleur âge pour obtenir une viande de bonne qualité. Mais cela oblige l'éleveur à modifier son système de conduite en optant pour un système d'engraissement plus exigeant en matière d'alimentation en concentré. En milieu traditionnel, la croissance pondérale des chamelons est de l'ordre de 190 à 310 g par jour au cours de la première année (**RICHARD, 1984**) (**DERRADGI. H. 2008**).

### **3.2 Production du lait**

On évalue la production laitière journalière d'une chamelle à 6-9 litres. Cependant, les chiffres disponibles varient entre 1000 l/lactation dans les conditions désertiques (**RICHARD, 1980**) à près de 5000 l dans les zones irriguées (**KNOESS et al, 1986**). Pour une même production et dans les conditions comparables, la chamelle en lactation exige moins de superficie de pâturage que les vaches.

Le lait de chamelle représente l'aliment complet des populations autochtones du désert. Il présente la particularité d'être léger, laxatif, très doux, faible en matière grasse et riche en vitamine C et en acide linoléique. Son pH est légèrement acide, ce qui rend l'élaboration de fromage moins intéressante que celle de lait de la vache (**BEN AISSA, 1988**) (**DERRADGI. H. 2008**).

### **3.3 Production de poils**

La toison du dromadaire est utilisée seule ou mélangée pour le tissage de vêtements comme le burnous, la confection des tentes, des couvertures. Elle est utilisée aussi pour la fabrication des sacs pour charger les dromadaires. Les touaregs fabriquent de petits sacs légers, maillés pour protéger les mamelles et empêcher le chamelon de téter sa mère (**DERRADGI. H. 2008**).

### **3.4 Production de cuirs**

Le cuir du dromadaire est plus épais que celui de la vache et de moins bonne qualité. Mais tout de même utilisé pour la confection de couverture d'arçon de selle, de semelles de souliers,... etc (**DERRADGI. H. 2008**).

Selon **HARBI (1968)**, la peau est un sous-produit qui peut être valorisé. Le Soudan, par exemple, exporte annuellement 9 672 peaux tannées vers des pays européens et arabes.

### **3.5 Le dromadaire, source de sport et de loisirs**

Le dromadaire est présent dans tous les aspects de la vie des nomades, ce qui fait de lui un élément indispensable dans le paysage sahraoui. Ainsi, les dromadaires ayant des performances physiques importantes en course sont choisis dans des concours organisés.

On profite aussi de l'état de fureur du dromadaire en période de rut pour organiser des combats publics. Outre son rôle de fantasia lors des fêtes et cérémonies, il est également offert comme cadeau à la naissance d'un enfant ou peut exprimer souvent la dot de la femme.

**(DERRADGI. H. 2008).**

### **3.6 Animal de transport et de bât**

Le dromadaire reste dans certaines régions le moyen de transport des personnes et des marchandises **(LASNAMI, 1986).**

Selon **RICHARD (1985)**, les charges sont plus souvent de l'ordre de 150 à 200 kg pour l'adulte et de 50 à 100 kg pour les dromadaires de 4-6 ans. Les charges sont transportées en moyenne sur 24 km/j à une vitesse de 4 km/h **(WILIAMSON et PAYNE. 1978).**

### **3.7 Animal de selle**

Un dromadaire peut parcourir 50 à 100 km/j à une vitesse moyenne de 10 à 12 km/h **(LEUPOLD, 1968)**. Pour cela, le dressage commence à partir de 3 ans mais il peut se faire exceptionnellement à l'âge de 6 ans. Ainsi, le dromadaire, permet aux nomades d'effectuer leurs transhumances et de faire des voyages de commerce **(DERRADGI. H. 2008).**

### **3.8 Animal de trait**

Certains estiment sa puissance de 1 à 1,2 CV selon son mode d'utilisation. La force du dromadaire est également utilisée pour l'extraction de l'eau et autres tractions **(BEN AISSA, 1988).**

# CHAPITRE 11

## *Les co-produits d'origine animal*

## 1 Définition

Le terme « coproduit » désigne tout résidu d'un procédé de production ou de transformation qui peut être valorisé ou que l'on souhaite valoriser. Ce terme a été choisi pour remplacer celui de « déchet » qui a une connotation négative. On rappellera en effet que le mot « déchet » vient de déchoir, du latin *cadere*, qui signifie « tomber » (Selmane, 2010).

## 2 Traitement et valorisation des déchets

Le but de la valorisation au niveau de l'entreprise utilisatrice de la matière est :

- De réduire les achats de matières premières neuves.
- De réaliser des économies d'énergies par la mise en œuvre de matière première secondaire.
- D'éviter un traitement d'élimination coûteux pour le déchet. Dans les trois cas considérés, des économies financières peuvent être obtenues. Elles ne sont cependant pas certaines et de nombreux exemples montrent même qu'il est souvent plus coûteux de récupérer une matière première à partir d'un déchet que d'utiliser une matière première neuve (Navarro et al., 1994).

### 2.1 Définition du traitement des déchets

Le processus de traitement des déchets s'entend par des opérations unitaires ou successives de broyage, compactage, digestion anaérobie, extraction de l'eau, compostage, incinération, etc., permettant la réduction, la transformation, la réutilisation, la mise en décharge, le stockage et l'élimination de déchets solides, liquides et gazeux (Bliefert et Perraud, 2008). Traiter un déchet c'est lui permettre soit d'être valorisé : cas de tous les tris récupération, transformations qui permettront de lui trouver une utilisation, soit d'être rejeté dans le milieu extérieur dans des conditions acceptables (Leroy, 1997).

### 2.2 Définition de la valorisation des déchets

La valorisation des déchets est toutes les opérations de réutilisation, de recyclage ou de compostage des déchets (Miquel, 1998).

#### 2.2.1 Les os

Les os constituent une structure rigide qui sert de support d'ancrage à tous les organes mous de notre corps. Ils jouent un rôle basique de soutien et de protection (Landais, 1997).

Actuellement, les os sont essentiellement destinés à la fabrication de gélatine et de farine destinée à la supplémentation en minéraux pour l'alimentation animale. L'os frais comporte en moyenne 49% d'eau, 16% de lipides (en particulier des phospholipides qui jouent un rôle dans la minéralisation et le métabolisme des os), 12% de protéines et 23% de sels minéraux (Linder, 1996).

### 2.2.2 Composition chimique de l'os

La matrice extracellulaire de l'os comporte une partie minérale et une partie organique.

#### A. La matrice minérale :

La partie minérale du tissu osseux est principalement constituée de cristaux d'hydroxyapatite phosphocalcique (Figure 04). Une formule chimique de cette phase a été proposée à partir d'analyses structurales et chimiques de la partie minérale de l'os périostique animal (comparable à l'os cortical). Ces cristaux se présentent sous forme de petites aiguilles de 20 à 40 nm de longueur qui confèrent à l'os sa solidité. Les ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{PO}_4^{3-}$  situés en surface de ces cristaux participent à des échanges rapides avec le liquide interstitiel et donc avec le sang. L'os contenant 98% du calcium de l'organisme, représente un réservoir de calcium et joue un rôle primordial dans le métabolisme phosphocalcique (Palard, 2007).

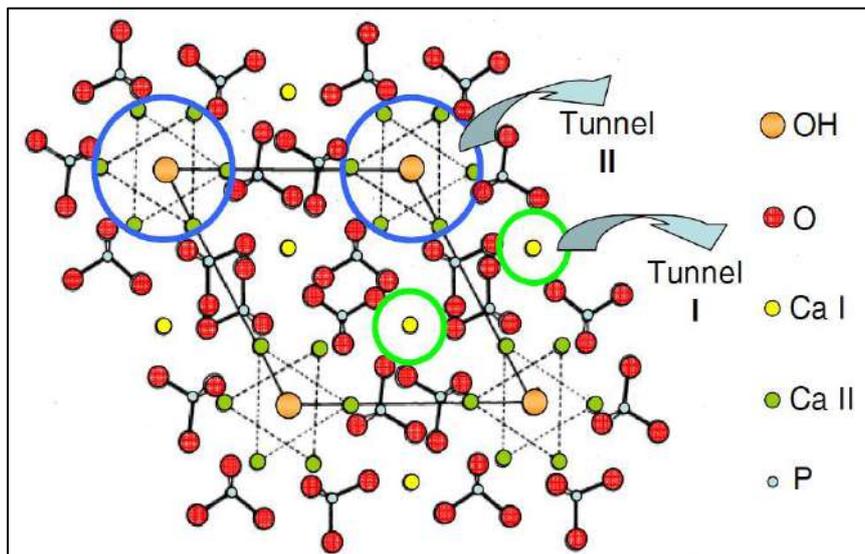
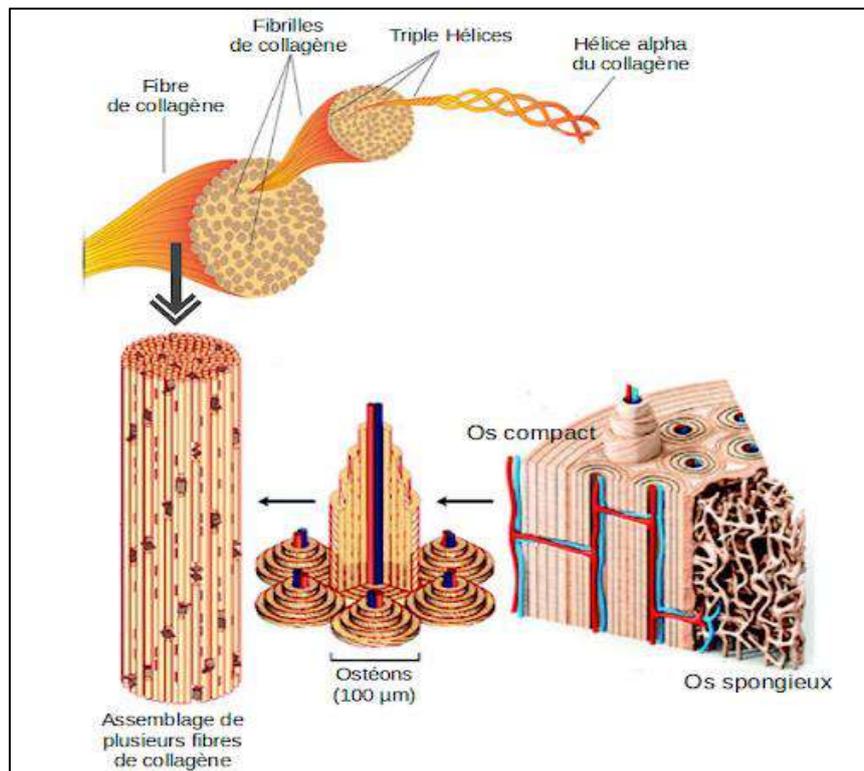


Figure 4. Arrangement des atomes dans la structure cristalline hexagonale de l'hydroxyapatite

## B. La matrice organique :

Le constituant principal de cette partie est le collagène de type I (90% de la matrice organique) qui est une glycoprotéine fibreuse rigide en forme de tresse à trois brins d'une longueur de 300 nm et d'un diamètre de 5 nm. Il est organisé en fibres parallèles au sein de couches superposées. L'alternance de l'orientation des fibres de collagène confère au tissu osseux son aspect lamellaire (**Figure 05**) (**Palard, 2007**).



**Figure 5. Orientation des fibres de collagène (Palard, 2007).**

Les autres protéines formant la matrice organique sont des protéines non collagéniques telles que l'ostéopontine (qui relie la matrice minérale aux cellules osseuses), l'ostéonectine (à l'origine de la liaison matrice minérale – collagène) et l'ostéocalcine (marqueur des ostéoblastes, intervenant dans la minéralisation). Ces protéines apparaissent comme des inhibiteurs de minéralisation (**Palard, 2007**).

## 2.3 Le Collagène

### 2.3.1 Origine du collagène

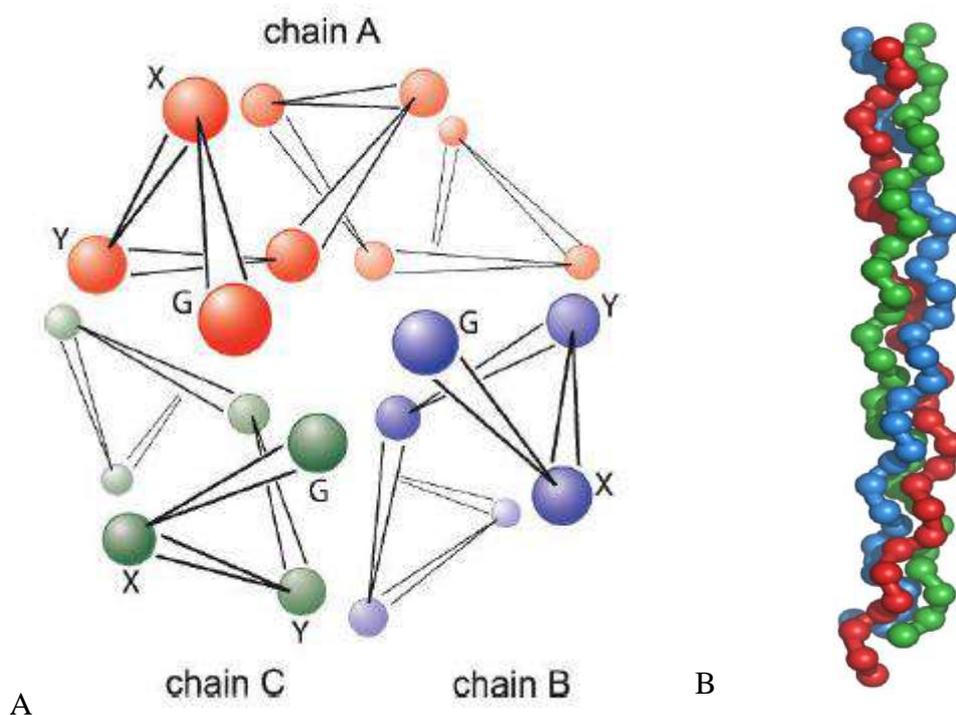
De manière générale le collagène représente environ un tiers des protéines totales chez les mammifères, le collagène est une protéine fibrillaire dont la structure chimique a été décrite par de nombreux auteurs (**Stainsby,1977**) ; (**Gorham, 1991**).

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 avec 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).

### 2.3.2 Les constituants du collagène

Le collagène est constitué de manière générale de trois chaînes de polypeptides qui contiennent toutes le motif suivant (GLY-X-Y), où X et Y représente un acide aminé quelconque. C'est donc ce motif qui va permettre au collagène de former une structure tri-hélicoïdale droite.



**Figure 6. Structure tridimensionnelle du collagène.**

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. (Fratzl, 2008)

L'unité de base du collagène est le tropocollagène, triple hélice droite de 300 nm de longueur. Le tropocollagène comprend 3 chaînes polypeptidiques  $\alpha$  de 100000 g.mol<sup>-1</sup>, organisées en hélice gauche avec environ 3 acides aminés par tour.

Il existe plusieurs types de chaînes  $\alpha$  différant par leur composition en acides aminés dont les combinaisons sont à l'origine des différents types de collagènes.

Les acides aminés prépondérants sont la glycine (33% des acides aminés totaux), la proline et l'hydroxy-proline (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'hydroxy-proline, 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'hydroxy-proline participe à la formation de liaisons hydrogènes entre les chaînes et avec les molécules d'eau piégées dans la triple hélice (Ward & Courts, 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 fréquente (RBII K., 2010).

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. (Khalid, 2010)**

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

Le procédé d'extraction de la gélatine à partir du collagène, consiste donc à briser les liaisons hydrogène par élévation de température et la structure en hélice disparaît. Les chaînes adoptent la conformation pelote, le collagène est devenu gélatine.

### **2.3.3 Les différentes sources de collagène**

Les sources de collagène habituellement utilisées dans industrie de fabrication de la gélatine sont : les bovins, les porcins. Cependant de plus en plus les chercheurs s'orientent vers de nouvelles sources (Poissons, pattes de poulets, peau de lapin etc.) pour des raisons culturelles religieuses et même économiques (**Karim et al., 2008**).

# Chapitre III

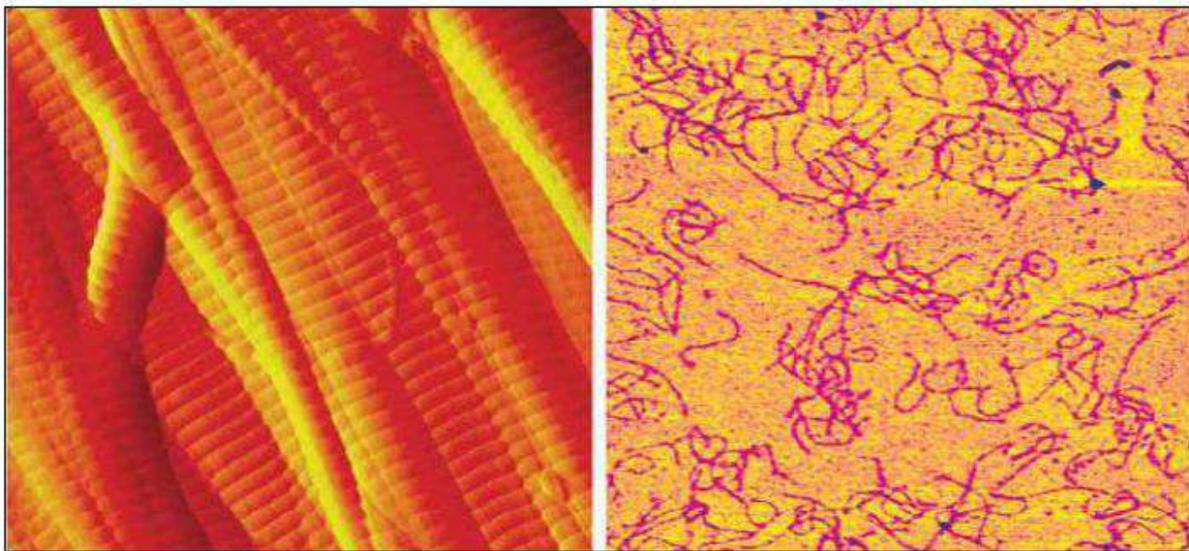
## La gélatine et ses caractéristiques

## 1 La gélatine

### 1.1 Définition

La gélatine est une substance protéique pure. Elle est obtenue généralement par hydrolyse acide partielle (type A) ou hydrolyse alcaline partielle (type B) des fibres du collagène 63 représenté par la figure suivante (**Figure 07**) (**Alvarez, 2014**). Comme elle peut être constituée par un mélange des deux types (**Brodsky et Persikov, 2005**).

La gélatine peut couvrir une gamme de produits possédant des propriétés différentes (**EL KOLLI. H. 2009**).



**Figure 7. images montrant la structure fibreuse du collagène 63 constituant de base de la gélatine(Alvarez, 2014).**

### 1.2 Type de gélatine

Il existe deux types de gélatine en fonction du prétraitement appliqué au départ, la gélatine de type A qui provient d'un prétraitement acide et qui est adapté pour des sources de collagène comme les couennes de porcs et la peau de poisson. La gélatine de type B qui provient des prétraitements alcalin et qui est adapté pour des sources de collagène de structure plus complexe comme les peaux de bovins et les os qui sont riche en calcium qu'il faut au préalable éliminer(**EL KOLLI. H. 2009**).

### 1.3 Composition chimique de la gélatine

Les analyses montrent que la gélatine contient des pourcentages massiques de : 26,4 à 30,5% de glycine ; 14,8 à 18% de proline ; 13,3 à 14,5% d'hydroxyproline ; 11,1à 11,7% d'acide glutamique ; et 8,6 à 11,3% d'alanine.

### Chapitre III : La gélatine et ses caractéristiques

Les autres acides aminés sont en faibles pourcentages comme la tyrosine avec un pourcentage de 0,2% seulement (ROSENBLOOM, 1973).

Le tableau suivant donne les valeurs des acides aminés pour les deux types de gélatine et pour le collagène :

**Tableau 3. Nombre d'acides aminés ( $\times 1000$  résidus) présents dans les deux types de gélatine et dans le collagène (Terrien, 2005)**

L'acide aminé	Gélatine type A	Gélatine type B	Collagène
Alanine	112	117	114
Arginine	49	48	51
Aspartine	16	00	16
Acide aspartique	29	46	29
Cistéine	00	00	00
Acide glutamique	48	72	48
Glutamine	25	00	25
Glycine	330	335	332
Hystidine	4,0	4,2	4,4
Hydroxyproline	91	93	104
Hydroxylysine	6,4	4,3	5,4
Isoleucine	10	11	11
Leucine	24	24,3	24
Lysine	27	28	28
Méthionine	3,6	3,9	5,7
Phénylalanine	14	14	13
Proline	132	124	115
Sérine	35	33	35
Thréonine	18	18	17
Tryptophane	00	00	00
Tyrosine	2,6	1,2	4,4
Valine	26	22	22

#### 1.4 Transformation du collagène en gélatine

Ce passage d'un système fibreux très organisé et insoluble dans l'eau, va exiger un clivage des structures d'abord du réseau des tropocollagènes (collagènes précurseurs), puis de l'unité de base, pour obtenir un système de molécules indépendantes et amorphes, qui constituent la gélatine totalement dispersable dans l'eau (Alvarez, 2014).

La variété des processus chimiques envisageables pour le clivage des structures du polymère implique l'obtention non seulement d'une seule gélatine mais de gélatines très diverses à partir d'un collagène intact bien isolé. Le clivage par action chimique modérée (milieu faiblement acide à 40°C) se fait selon les étapes suivantes (Gobeaux, 2007) :

- ✓ Ouverture du tropocollagène en trois chaînes  $\alpha$  désorganisées et indépendantes (Figure 08).
- ✓ Deux chaînes  $\alpha$  désorganisées conservent entre elles une ou plusieurs attaches covalentes et forment une molécule double  $\beta$ . Une chaîne  $\alpha$  devient indépendante
- ✓ Trois chaînes désorganisées restent liées par une ou plusieurs covalences et constituent une molécule triple hélice  $\gamma$  (Figure 08). (EL KOLLI. H. 2009).

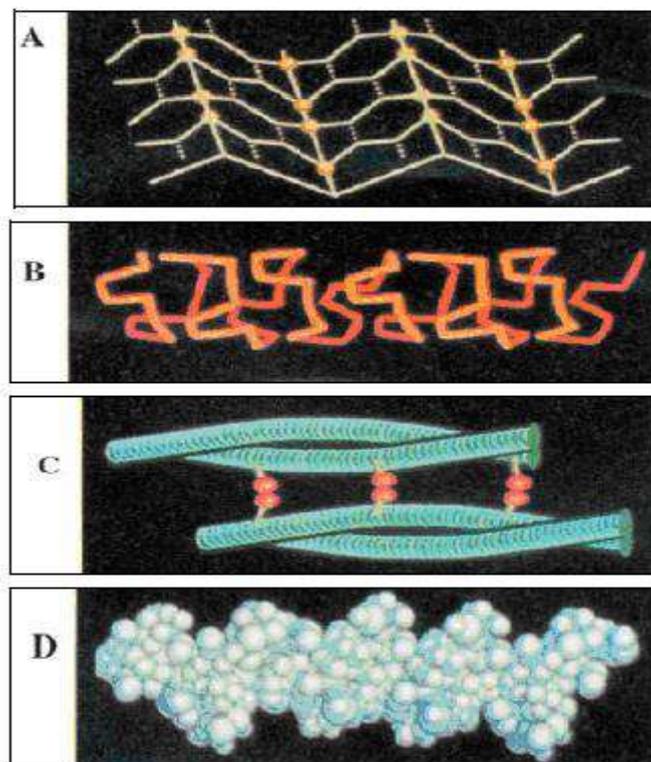


Figure 8. La structure fibreuse du collagène 63 constituant de base de la gélatine

## **2 Propriétés technologiques**

### **2.1 Pouvoir épaississant**

La gélatine présente des propriétés épaississantes lorsque ses molécules ne peuvent pas s'associer fortement entre eux. Leur simple présence gêne la mobilité du liquide dans lequel elles sont dispersées et conduit à une augmentation de la viscosité de la solution. Ainsi ses molécules peu déformables rigides forment au repos des édifices stabilisés par des interactions faibles (liaisons hydrogène, forces de Van der Waals).

En dessous de la concentration critique (0,8 %), la gélatine peut être utilisée comme agent épaississant. (Martini et Seiller, 2000) (EL KOLLI. H. 2009).

### **2.2 Pouvoir filmogène**

Lorsqu'une solution de gélatine est étalée en fine couche sur une surface et passe de l'état sol 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 encapsulation des principes actifs (Ward, 1977). (EL KOLLI. H. 2009).

### **2.3 Pouvoir émulsifiant**

En tant que protéine, la gélatine s'adsorbe à l'interface des gouttelettes d'huiles 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).

### **2.4 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 comporte 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). (EL KOLLI. H. 2009).

### **2.5 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 à celui des autres polymères naturels (Chène, 2000). (EL KOLLI. H. 2009).

## 2.6 Pouvoir moussant

La gélatine possède également des propriétés tensioactives qui vont la conduire à s'adsorber à l'interface gaz/ eau, puis à stabiliser la mousse par gélification en surface (Chène, 2000).

## 3 Caractéristiques physico-chimiques de la gélatine

### 3.1 Point isoélectrique

Les transformations de gélatine ne sont pas tout à fait identiques en milieu alcalin et en milieu acide. La différence essentielle se situe dans la valeur du point isoélectrique de la gélatine obtenue. Le point isoélectrique de la gélatine A se trouve entre 8,5 et 9 du fait que le traitement acide conserve les groupements aminés de la glutamine ainsi que ceux des restes aspartiques. Le point isoélectrique de la gélatine B est de l'ordre de 4,8-5 du fait de l'élimination de ces groupements aminés par traitement alcalin (Figure 09).

Cela a son importance d'une part parce qu'au point isoélectrique la solvataion des molécules est à son minimum et qu'il y a alors risque de floculation, et d'autre part parce qu'on ne peut mélanger deux polymères de charges différentes sans risque de précipitation.

- ✓ La gélatine A n'est utilisable qu'en milieu acide (tartrique par exemple)
- ✓ La gélatine B est utilisable à un pH voisin de la neutralité (Le Hir, 2001) (EL KOLLI. H. 2009).

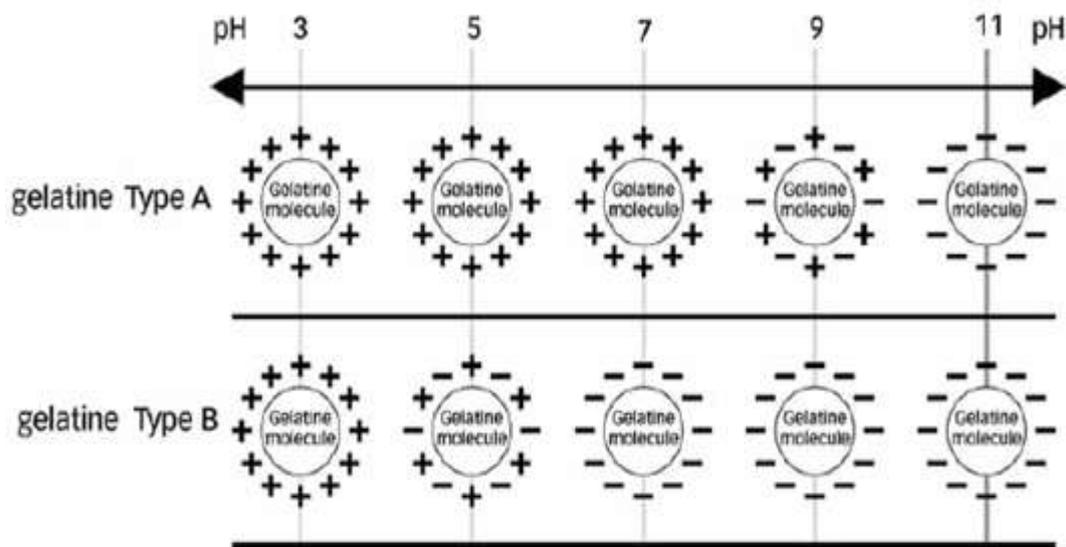


Figure 9. L'effet du pH sur la distribution des charges électriques pour les types A et B de gélatine (Schrieber et Gareis, 2006)

### 3.2 Solubilité et gonflement

La gélatine est relativement insoluble dans l'eau froide. Lorsque ses grains sont ajoutés à l'eau froide (température ambiante), ils absorbent de l'eau jusqu'à 100 fois leur poids initial et se gonflent rapidement (Le Hir, 2001)(Figure 10). Mais elle devient rapidement soluble dans l'eau chaude.

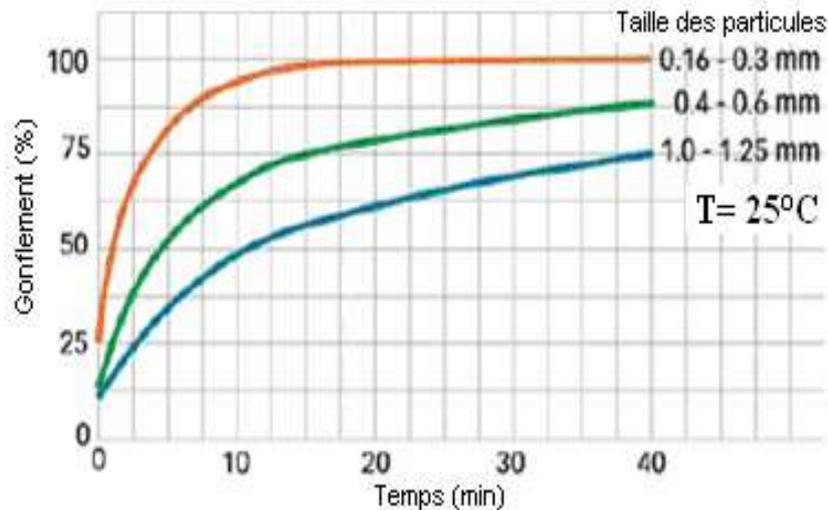


Figure 10. Courbes montrant la variation du gonflement en fonction du temps et en fonction de la taille des particules de la gélatine

A  $T = 40^{\circ}\text{C}$ , 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 glycérol, l'éthane-1,2- diol et quelques autres solvants organiques (Ward, 1977). (EL KOLLI. H. 2009).

### 3.3 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 c'est quel que soit la concentration de la solution utilisée, comme c'est représenté par les deux courbes suivantes (Figure 11) (Schrieber et Gareis, 2006) (EL KOLLI. H. 2009).

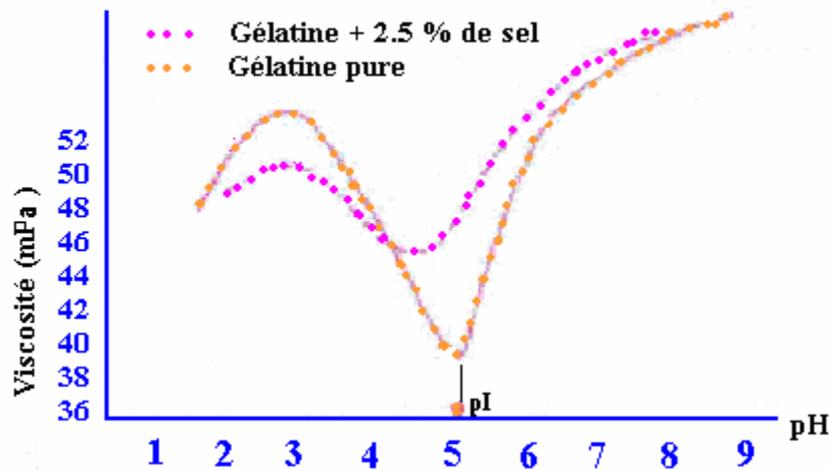


Figure 11. L'effet du pH sur la variation de la viscosité pour la gélatine pure et pour la gélatine additionnée au sel

### 3.4 Pouvoir gélifiant ou force de gel

La gélatine présente des propriétés gélifiantes si ses particules sont 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 (Martini et Seiller, 2000)

Parmi les critères les plus importants qui déterminent la qualité de la gélatine ; c'est le degré de bloom qui se trouve 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 très importante pour étudier les applications de la gélatine (Schrieber et Gareis, 2006) (EL KOLLI. H. 2009).

### 3.5 La 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 présente 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. (GME, 2001)

### **3.6 L'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. (GME, 2001)

### **3.7 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. (GME, 2001)

## **4 Caractéristiques microbiologiques**

Chaque lot de production de gélatine sera soumis à des analyses pour assurer qu'il répond aux critères définis dans le tableau suivant :

**Tableau 4. Critères microbiologiques (GME, 2001)**

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

# Chapitre IV

## Procédés

d'extraction et

domaines

d'application

## **1 Procédé d'extraction de la gélatine**

La conversion du collagène en gélatine a été longuement étudiée. (**Harding, 1964; Veis, 1964; Ward & Courts, 1977**). 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**).

La fabrication industrielle de la gélatine consiste principalement à contrôler l'hydrolyse du collagène et à convertir le produit en un matériel soluble avec des propriétés physico-chimiques souhaitées, telles que la force en gel, la viscosité, le point isoélectrique, etc.

Il existe essentiellement deux procédés pour la fabrication de la gélatine :

- ✓ Le procédé acide qui s'applique surtout sur des matériaux peu réticulés comme le collagène de la peau de porc. C'est un procédé peu coûteux et rapide (2 jours), utilisé principalement pour l'industrie alimentaire.
- ✓ Le procédé alcalin, méthode longue (45 à 90 jours) et plus coûteuse, principalement utilisé pour des collagènes plus complexes comme ceux provenant des os et peaux de bovins. Son objectif est de détruire les liaisons chimiques encore présentes dans le collagène. Ce procédé permet de fabriquer de la gélatine principalement utilisée dans l'industrie pharmaceutique (capsules), photographique (films) et alimentaire (**RBII K., 2010**).

### **1.1 Déminéralisation des os et préparation de l'osséine :**

L'étape de déminéralisation intervient dans le cas d'utilisation d'os comme matière première. Les os dégraissés doivent être débarrassés de leur support minéral (hydroxyapatite). Cette opération est réalisée par un trempage de quelques semaines en milieu acide (HCl 5%).

La déminéralisation ne modifie pas la composition en acides aminés mais certaines liaisons peptidiques ou intermoléculaires peuvent être hydrolysées. Les phosphates sont séparés du surnageant sous la forme de phosphate bicalcique, par précipitation à l'aide d'un lait de chaux (sous-produit de l'industrie de la gélatine). Toutefois, la matière organique a conservé sa forme mais est devenue élastique : c'est l'osséine. (**Courts, 1977**) (**RBII K., 2010**).

## **1.2 Prétraitement :**

Le procédé de prétraitement a pour objectifs le gonflement et le ramollissement des peaux et de l'ossein, en préparation à la dénaturation et à l'extraction de la gélatine. Durant cette étape, des peptides et des liaisons intermoléculaires sont rompus, la température de fusion du gel ( $T_m$ ) diminue par interaction avec le solvant, certaines impuretés sont éliminées. Cependant, un gonflement trop intense peut conduire à une dégradation excessive de la matière première.

Il existe deux variantes majeures du prétraitement : le procédé alcalin (chaulage) et le procédé acide. Le prétraitement chaulé se distingue du prétraitement acide, notamment en ce qui concerne les modifications apportées à la matière première. Ainsi, le prétraitement acide conduit à une réorganisation physique de la structure du collagène alors que le prétraitement chaulé engendre des modifications chimiques importantes, notamment l'augmentation du nombre de carboxyles libres par transformation des résidus asparagine et glutamine en acides aspartique et glutamique (Veis, 1964) (RBII K., 2010).

## **1.3 Traitement alcalin :**

La peau et l'os sont traités par du lait de chaux (pH 12) pendant 6 à 12 semaines, afin d'épurer le collagène et de casser les liaisons covalentes pour le rendre soluble à 60°C. Cette étape est contrôlée en température entre 18-20°C. Le procédé de chaulage se développe dans une cuve avec un système d'agitation à air comprimé et la température est contrôlée grâce à la température d'entrée du lait chaux.

Le lavage, consiste ensuite à éliminer le lait de chaux. Pour ce faire, l'ossein passe sur un tapis vibrant où elle est rincée à l'eau. Puis, 12 h avant la cuisson, un bain d'acide phosphorique permet de ramener le pH à 7 (Courts, 1977) (RBII K., 2010).

## **1.4 Traitement acide :**

Le traitement acide du collagène est particulièrement approprié aux matériaux moins réticulés, tels que la peau de porc et les os de jeunes bovins. Ce traitement permet une réduction des coûts, en raison des temps courts de préparation de la matière première.

La matière première est lavée et trempée dans les solutions acides minérales diluées, dont la concentration ne doit pas excéder 5% et dont le pH doit se situer autour de 3.5 et 4.5. Les acides minéraux utilisés peuvent être l'acide chlorhydrique, l'acide sulfurique ou l'acide phosphorique.

Ce traitement à l'acide continue jusqu'à ce que la matière première soit entièrement acidifiée et atteigne un maximum du gonflement. La température du traitement est habituellement la température ambiante de l'usine, environ 15 à 20°C. La durée du traitement dépend de la nature de la matière première, de la température et de la concentration de l'acide, varie entre 10 et 48 h. (Jones, 1987).

Les gélatines issues d'un traitement alcalin sont couramment désignées sous l'appellation « gélatine type B » tandis que les gélatines issues d'un traitement acide sont appelées « gélatine type A ». (Jones, 1987) (RBII K., 2010).

### **1.5 Extraction de la gélatine :**

C'est l'étape du procédé appelée « cuisson ». On y parle de bouillon, de durée de cuisson, de température, d'égouttage, etc.

Pour obtenir de la gélatine, on solubilise, ce qui reste de l'os ou de la peau, après l'avoir déminéralisé par acidification et épuré par chaulage et lavage, ou ce qui reste de la peau. Ce « jus » de gélatine va être successivement filtré, déminéralisé, concentré, refilerai, puis le Ph sera ajusté à la demande du client. (Harding, 1964) (RBII K., 2010).

#### **1.5.1 Cuisson :**

Elle consiste à faire passer la gélatine en solution dans de l'eau chaude acidulée, de température croissante d'une extraction à l'autre. La matière subit ainsi une suite de 5 à 6 extractions, chaque étapes durant plusieurs heures, la température variant de 55°C à 95°C voir 100°C pour la dernière. On obtient alors ce qu'on appelle un « Bouillon » ou extraits avec des propriétés différentes afin d'obtenir un « bouillon de gélatine ». Les solutions obtenues ou bouillons de gélatine ont une concentration approximative de 5% pour la première extraction, à la plus basse température (55°C) (RBII K., 2010).

#### **1.5.2 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 l'eau à 60°C. La filtration permet ensuite de clarifier les « jus » de gélatine (RBII K., 2010).

#### **1.5.3 Déminéralisation de la gélatine :**

Ceci a pour but d'éliminer dans un bouillon de gélatine les cations et anions. Le bouillon de gélatine passe à travers de deux colonnes cationique et anionique.

#### **1.5.4 Concentration :**

Le but 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 déconcentration à 7% de gélatine et ressort avec une concentration en gélatine de l'ordre de 45%(**RBII K., 2010**).

#### **1.5.5 Séchage :**

Le but 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'échange et favoriser ainsi son séchage en continu, sous courant d'air filtré (**Figure 12**). Les « nouilles » séchées (10-15% d'humidité) sont ensuite broyées avant de subir des contrôles au laboratoire (**RBII K., 2010**).



**Figure 12. Nouilles de gélatine (Gelatin Handbook)**

## **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. (**BOUSBA-BAZID. S. 2015**).

## **2.1 Industrie alimentaire et photographique**

### **2.1.1 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 redevient ferme en refroidissant. Sa texture agréable et son fondant en bouche en font un ingrédient irremplaçable. De nombreux produits allégés ou pauvres en matières grasses n'existeraient pas sans la gélatine. Elle est ainsi par exemple 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. (Mwangi & Ofner, 1995).

La gélatine alimentaire est indispensable dans de nombreuses confiseries, telles que les bonbons gélifiés (ours, gommés), les caramels mous, les guimauves et les marshmallows, les meringues, les réglisses, 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.

De nombreuses variétés de salamis ou de saucissons au poivre sont protégées contre le dessèchement par un film de gélatine. 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 du corps en fait un substitut indispensable aux matières grasses dans les aliments allégés. (Chafetz et al., 1984) (BOUSBAZID. S. 2015).

### **2.1.2 Les produits photographiques**

A 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. Les propriétés de la gélatine sont à la base de la production de films photographiques ultrasensibles, en particulier pour atteindre sur les films couleur et radiographiques, le haut degré de sensibilité requis. La gélatine est également indispensable pour la photographie numérique.

Les papiers pour imprimantes à jet d'encre enduits de gélatine, assurent la brillance des couleurs et la netteté des contours, permettant des impressions d'excellente qualité. Aujourd'hui le secteur photographique est un secteur qui connaît un certain déclin, en raison notamment de la forte progression du numérique. (Meyer et al., 2000) (BOUSBA-BAZID. S. 2015).

## **2.2 Industrie pharmaceutique**

Dans l'industrie pharmaceutique, la gélatine est utilisée pour la fabrication des gélules et des capsules. Elle protège les médicaments des effets néfastes de la lumière et de l'oxygène. Les gélules sont essentiellement employées pour les médicaments liquides, alors que les capsules sont utilisées pour les poudres. La gélatine permet de lier les principes actifs du médicament et de prolonger leur durée de conservation.

Grâce à une sélection et un dosage rigoureux, la gélatine peut même influencer sur la vitesse de libération des principes actifs, soit en l'accélération, soit en la ralentissant (effet « retard »). Les comprimés enrobés de gélatine représentent un nouveau progrès technologique, l'enrobage de gélatine facilitant l'ingestion du comprimé par les patients. (Meyer et al., 2000) (BOUSBA-BAZID. S. 2015).

### **2.2.1 Les films de gélatine**

Le pouvoir filmogène de la gélatine est une propriété importante, très utilisée dans l'industrie pharmaceutique. En effet la gélatine est capable de former un film résistant, transparent, flexible, qui peut se dissoudre facilement et qui entre directement dans la formulation des capsules de médicaments. La formation des films de gélatine se fait par le couchage d'une solution de gélatine concentrée sur une surface plane (plaque en verre), ou destinée à donner sa forme à la capsule, puis le passage de l'état sol à l'état gel. L'épaisseur du film est comprise entre 80 et 150 µm pour les capsules dures, entre 250 et 500 µm pour les capsules molles. (Mwangi & Ofner, 1995).

Dans l'industrie pharmaceutique, les gélatines utilisées dans la formulation des capsules sont des mélanges de gélatine de différents types et origines, afin d'obtenir des propriétés bien spécifiques (force en gel, viscosité, etc.). Ces mélanges donnent des gélatines de plus ou moins bonne qualité. Pour caractériser ces mélanges, des tests de la pharmacopée plus stricts ont été mis au point, notamment sur les capsules et les films issus de gélatine. Ces tests ont mis en évidence, une augmentation du nombre de problèmes liés à la solubilité des capsules. Très récemment, des études ont montré qu'une conservation dans des conditions élevées d'humidité et de température, et/ou la présence de composés réactifs (aldéhydes) issus de la

dégradation d'excipients dans la gélule, provoquent un phénomène de réticulation de la gélatine (Meyer et al., 2000 ; Chafetz et al., 1984). Ce phénomène induit la formation d'une pellicule insoluble autour de l'enveloppe de la gélule limitant la libération du principe actif contenu à l'intérieur (Carstensen & Rhodes, 1993). La réticulation de la gélatine conduit à un réseau complexe de haut poids moléculaire qui produit un hydrogel gonflé par l'eau. Ce phénomène réduit considérablement, voire empêche, la dissolution de la gélatine, qui serait due à la formation de liaisons inter chaînes, de types amides (Yannas & Tobolsky, 1967 ; Mwangi & Ofner, 1995) (RBII K., 2010).

*Partie*

*expérimentale*

## **1 L'objectif**

L'objectif de cette étude est inscrit dans le cadre de la valorisation des déchets d'abattage du dromadaire par l'extraction de la gélatine à partir de l'os.

Dans ce contexte, notre étude expérimentale portera sur :

- ✓ Optimisation des conditions d'extraction de la gélatine.
- ✓ Déterminer les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de la gélatine obtenue.

## **2 Matériels et Méthodes**

### **2.1 Extraction de la gélatine**

#### **2.1.1 Préparation des échantillons**

Les os du dromadaire ont été obtenus auprès le souk El-Kasba des viandes camelines d'Ouargla, puis acheminées vers le laboratoire bio-ressources sahariennes relevant de la faculté des sciences de la nature et de la vie, université Kasdi Merbah de Ouargla.

À l'arrivée, les os ont été nettoyés avec de l'eau du robinet et débarrassées de toutes salissures. La moelle osseuse et les tissus mous adhérents ont été retirés manuellement. Les os ont ensuite été concassés en particules de taille inférieure à 2 cm. La matière grasse adhérente a été éliminée en lavant les échantillons trois fois avec de l'eau chaude à 80 ° C.

Enfin les échantillons ont été placés dans des boites en plastiques puis conservés au réfrigérateur jusqu'à leur utilisation.

#### **2.1.2 Déminéralisation de l'os**

Les os ont été déminéralisés selon la méthode d'Hassan **et al. (2014)** avec une légère modification. Le processus de déminéralisation a été réalisé en trempant de l'os concassé dégraissé dans une solution de Hcl de 5%, pour une durée de 5 jours à température ambiante. La solution d'acide a été changée tous les 24heures.

Ensuite, les échantillons de l'os déminéralisé (osséine) ont été soigneusement lavés avec de l'eau du robinet jusqu'à ce que le pH de l'eau de lavage soit devenu neutre.

### 2.1.3 Prétraitement

Avant l'extraction, les os déminéralisés ont été prétraités selon la méthode de **Lassoued et al. (2014)** et **Liu et al. (2015)**, avec une légère modification pour éliminer les protéines non collagènes.

En bref, l'osséine va subir un traitement alcalin avec une solution de Na OH à 1,5% avec un rapport d'os à solution alcaline de 1:10 (p / v) à une température de 25°C pendant un temps 48 h. La solution alcaline a été changée toutes les 24 heures. Ce traitement provoque le gonflement et le ramollissement des osséines et favorise également l'élimination de composés indésirables qui pourraient avoir des effets négatifs sur la composition physicochimique de la gélatine finale.

Par la suite, L'osséine prétraitée par voie alcaline a été soigneusement lavée avec de l'eau du robinet jusqu'à ce que le pH de l'eau de lavage soit devenu neutre.

### 2.1.4 L'extraction

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

On mélangeant les osséines avec de l'acide acétique dans un rapport de 1: 4 (p / v). Les échantillons doivent être incubés dans un bain d'eau avec agitation continue. Le processus d'extraction de la gélatine a été effectué dans différentes températures (60 et 70°C), pendant différentes durée (8 et 16 heures) et à un pH de 3 comme indiqué dans le tableau 05.

**Tableau 5. Les conditions d'extraction de la gélatine**

N° d'essais	Les conditions d'extraction		
	Température	temps	pH
1	60°C	8 h	3
2	70°C	8h	3
3	70°C	12h	3
4	60°C	12h	3

### 2.1.5 Séchage

Enfin, le surnageant recueilli et séché à l'aide d'un lyophilisateur pendant 48 heures. Après le séchage, la gélatine a été broyée par l'utilisation d'un broyeur Moulinex. **(Figure 13)**

Le séchage et le broyage permet l'obtention d'une gélatine sous forme d'une poudre fine et stable.



**Figure 13. Lyophilisateur**

## 2.2 Caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques

### 2.2.1 Compositions physico-chimiques

#### A. Détermination de la matière azotée totale (MAT)

La teneur en azote totale et en protéine brute des échantillons sont obtenues selon la méthode de Kjeldahl. Cette technique a été mise au point pour la première fois en 1883 par Johan Kjeldahl. Elle comporte trois étapes principales et successives la minéralisation, la distillation, le titrage. (AOAC, 1990, 1995, 1999). **(Figure 14)**

Le teneur est calculé de la manière suivante :

$$N\% = 7 \times 10^{-4} \times V1 \times \frac{100}{Y} \times \frac{100}{A}$$

$V_1$  : volume de  $H_2SO_4$  (ml)  
 $Y$  : prise d'essai (g)  
 $A$  : volume de la prise d'essai

$$PB = \% N \times 6,25$$



Figure 14. Dispositif d'extraction de la MAT

### 2.2.2 Détermination du pH

Le principe se base sur la mesure du pH d'une solution de 10% (P/V). Pratiquement on pèse 1g de gélatine qu'on dissout dans d'eau distillée jusqu'à l'obtention de solution de 10 ml en suite on mesure le pH de cette solution à l'aide d'un pH-mètre (Figure 15), la mesure a été triplé.



Figure 15. pH-mètre

### 2.2.3 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 selon la méthode modifiée de **Phillips et al,(1988)**.

Une masse de l'échantillon  $M_0$  égale à 0,5g est mélangé à 10mL d'eau distillée et l'ensemble est agité pendant 30min à l'aide d'un agitateur et centrifugé à 5600 trs/min pendant 30 minutes dans une centrifugeuse ( **Figure 16** ). Le culot ( $M_1$ ) est récupéré.

La capacité d'absorption d'eau (CAE) calculé ainsi qu'il suit:

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



**Figure 17. La solution avant la centrifugation**

### 2.2.4 Capacité d'absorption d'huile (CAH)

La capacité d'absorption d'huile (CAH) qui a été déterminée suivant la méthode de **Beuchat (1977)** exprime la masse d'huile en grammes retenue par 100g de gélatine saturée en huile de palme et centrifugée.

Dans la procédure, une quantité de l'échantillon 0,5g ( $M_0$ ) est mélangée à 3mL d'huile de palm, l'ensemble a été vigoureusement agité et centrifugé à 2500 tr/min pendant 30 minutes à l'aide d'une centrifugeuse. Le culot ( $M_1$ ) a été récupéré et la CAH déterminée par la formule :

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

### 2.2.5 Détermination des propriétés Moussantes

La propriété moussante de la gélatine a été mesurée en s'accordant avec la méthode décrite par (Aewsiri *et al*, 2008).

Des solutions de gélatine ont été préparées aux différentes concentrations (2 à 5% p/v). Les mélanges ont été homogénéisés pendant dix minutes à la température ambiante en utilisant homogénéisateur (Type Molinex)(**Figure 17**). La capacité moussante (CM) et stabilité de la moussante (SM) ont été déterminées en utilisant les équations (1) et (2) où VT est volume total juste après agitation, Vo est le volume initiale avant l'agitation et Vt est le volume total après agitation et repos pour différentes périodes (30min).

$$\text{CM}\% = \frac{VT}{Vo} \times 100$$

$$\text{SM}\% = \frac{Vt}{Vo} \times 100$$



Figure 18. Homogénéisateur

### 2.2.6 Activité émulsifiante (AE)

L'activité émulsifiante (AE) a été déterminée suivant la méthode de **Beuchat et al., (1975)**. Cette méthode exprime le volume qu'occupe l'émulsion dans 100 ml d'un mélange eau/gélatine/huile. Une série d'échantillon (2%, 3%, 4% et 5%) dans volume

totale de 3mL d'eau distillée (à 60°C pendant 30 min) ont été homogénéisés et mélangés à 3 ml d'huile de palm dans un tube gradué.

L'ensemble a été vigoureusement agité au vortex pendant 10min. Le tube a alors été centrifugé à 2500trs/min pendant 30min et la hauteur des émulsions mesurée. Les résultats sont exprimés de la manière suivante :

$$AE \% = \frac{He}{Hw} \times 100$$

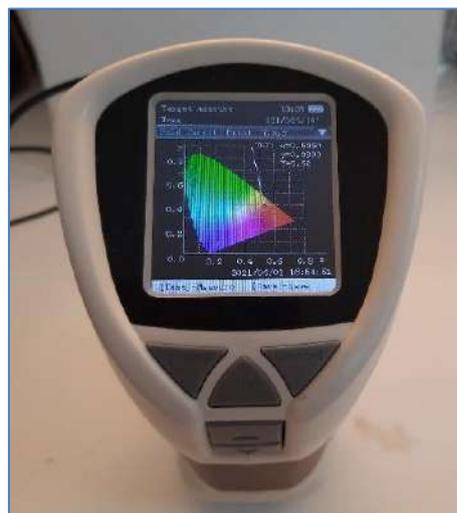
**He** : la hauteur de la couche émulsifiée

**Hw** : la hauteur totale de liquide dans le tube.

### 2.2.7 Détermination de la couleur

La couleur de la gélatine sèche est déterminée en utilisant la méthode (**Jamilah et Harvinder, 2002**).

Nous avons utilisé un colorimètre 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) qui exprime le rapprochement de la couleur l'échantillon avec les teintes rouge et vert et b\* (jaune/bleu) qui 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 19**).



**Figure 20. Colorimètre**

### **2.2.8 Les analyses microbiologiques de la gélatine**

L'examen microbiologique est un outil incontournable d'évaluation du niveau de contamination des denrées alimentaires et de la nature de leur microflore. Parmi ces analyses nous citons :

- La recherche des Germes aérobies à 30° C milieu PCA Plate Count Agar (PCA).
- La recherche des Coliformes thermotolérants fécaux 44°C milieu VRBL Violet Red Bile Lactose.
- La recherche des Anaérobies sulfito-réducteurs 37 °C milieu bouillon viande de fois +alène de fer (viande de fois sulfite fer /gélose).
- La recherche des Salmonella Shigella 37°C milieu SS.
- La recherche de Staphylocoque à coagulas + milieu Chapman.

Les analyses sont réalisées au niveau de laboratoire Maria d'analyse et de contrôle de qualité et de la conformité.

- **Préparation de la solution mère**

La préparation de la solution mère de l'échantillon à analyser se fait sur une solution de 10%en poids/volume. Pratiquement 10g d'échantillon sont pesés dans des conditions aseptiques, puis ils sont introduit dans une fiole de 100ml au quel on complète la solution d'eau physiologique (9g) de Na Cl dans un litre d'eau distillé stérile) jusqu'au trait de jauge. On prend le soin de solubilisé complètement l'échantillon on agite pour rendre l'ensemble complètement homogène.

#### **2.2.8.1 Recherche des Germes aérobies**

Dénombrement de la flore totale : flore aérobie mésophile Il s'agit d'effectuer des dilutions de 10<sup>-1</sup> à 10<sup>-6</sup> à partir de la solution mère préparée précédemment **figure 19** Puis, 1ml de chaque dilution est prélevé et introduit dans une boite de Pétri. Après étalage de la dilution, le milieu PCA (15 ml) est coulé dans les boites de pétri. Ceci est effectué en trois répétitions. Les boites sont ensuite incubées à 30°C pendant 48 à 72 heures. Par la suite, les colonies sont dénombrées et les boites contenant entre 30 et 300 colonies contre tenues. La moyenne sur les trois boites de chaque dilution est réalisée et le résultat est rapporter en unité formant colonie par gramme du produit. La norme préconise 103 UFC/g d'échantillon.



**Figure 19. La préparation des dilutions**

### 2.2.8.2 Recherche des Coliformes thermotolérants fécaux

Pour mettre en évidence ces bactéries, il est important de faire des dilutions de  $10^{-1}$  à  $10^{-6}$  à étudier en triple. En effet, 0,1ml de chaque dilution est étalé dans des boîtes de pétri préalablement avec la gélose EMB (**figure 20**). L'ensemble étant incubé pendant 24- 48 heures à  $30^{\circ}\text{C}$ . Après incubation, retenir les boîtes contenant entre 15 et 150 colonies et compter les colonies rouges foncées d'un diamètre supérieur à 0,5mm. La norme préconise absence/10g du produit. La recherche des coliformes fécaux ou entérobactéries fermentant le lactose à haute température (essentiellement *Escherichia coli*) se fait de la même manière à la seule exception que l'incubation est à  $44^{\circ}\text{C}$ . La norme ici est fixée à absence/g du produit.



**Figure 20. Coliformes thermotolérants ensemencement**

### 2.2.8.3 Recherche Salmonella Shigella 37 °C milieu SS

La mise en évidence de cette bactérie dans les aliments passe par la préparation préalable d'une solution un pré-enrichissement d'1ml de solution mère dans de l'eau peptonée entre 18 et 24 heures à 37°C. La manipulation se poursuit par une étape d'enrichissement en milieu Rappaport (24 heures) (**Figure 21**) et un isolement sur milieu SS (Salmonella-Shigella). La norme préconise l'absence des salmonelles dans 25g de produit.



**Figure 21. Enrichissement dans le rapport vassiliadis (salmonella)**

### 2.2.8.4 Recherche Staphylococcus aureus

La mise en évidence de ce germe dans les aliments passe par l'introduction de 1ml de la solution mère en surface d'une boîte de Pétri préalablement coulée avec le milieu Chapman, l'ensemble est incubé entre 24 et 48 heures à 37°C. Après cette période, la présence de colonies jaunâtres et d'un milieu décoloré révèle une présomption.

### 2.2.8.5 Recherche spores des bactéries anaérobies sulfite-réductrices et Clostridium perfringens

La mise en évidence des anaérobies sulfite-réducteurs se fait par introduction de 1ml de la solution mère dans 9ml d'un milieu TSN (Tryptone sulfite néomycine) on homogénéise l'ensemble on chauffe pendant 10 minutes à 80°C dans un bain marie ensuite on incube à 45°C. Dénombrement des colonies noires en profondeurs présomption de Cl. Perfringens. Faire des tests d'identification si nécessaire.

### 3 Résultats et discussion

#### 3.1 Le rendement d'extraction

En général, Le rendement et la composition physico-chimique de la gélatine dépendent principalement aux conditions d'extraction (type de traitement, concentration, pH, température et temps), à l'origine de la matière première (l'espèce et au type du tissu utilisé).

Le rendement le plus élevé est de 18,27%, été obtenu avec une température de 60°C et une durée de 12 heures. Cependant le rendement le plus bas est de 7,33 % et correspond aux conditions d'extraction les plus basse (température d'extraction de 60°C pendant 8h). (Tableau 05)

**Tableau 6. Rendement de la gélatine et conditions d'extraction**

N° d'essais	Température	Temps	Rendement
1	60°C	8 h	7,33
2	70°C	8h	17,66
3	70°C	12h	17.30
4	60°C	12h	18.27

Ceci pourrait s'expliquer par l'effet de la température et le temps supplémentaire sur la liaison hydrogène entre les chaînes du collagène.

Lorsque la gélatine a été obtenue avec des températures plus élevées, la liaison hydrogène entre les chaînes dans la collagène mère native a été rompue et la configuration de la triple hélice devenait amorphe et la gélatine pouvait être extraite efficacement dans la solution, ce qui donne un meilleur rendement en gélatine (Sinthusamran et al. 2014).

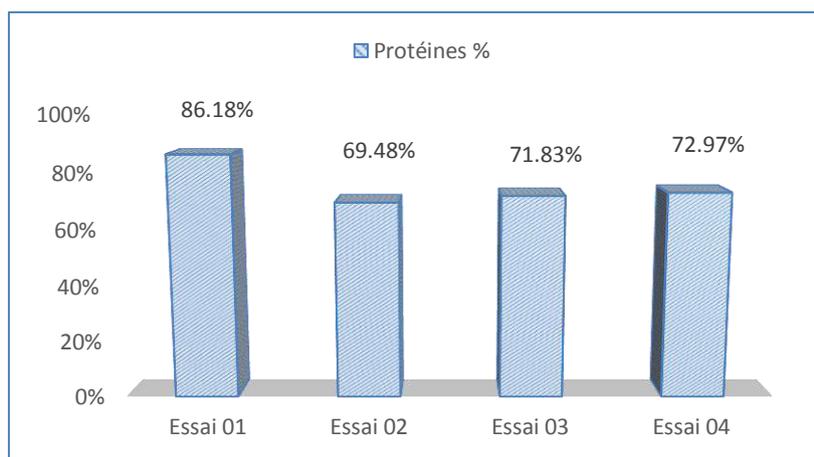
Les travaux menés par Hassan et al. (2017) sur l'extraction de la gélatine en plusieurs étapes sur les mêmes facteurs (température, temps et pH) ont trouvé des rendements de 21,33%, ces résultats sont différents de ceux que nous avons obtenu, ceci pourrait s'expliquer par la différence de la méthodologie utilisée entre les deux travaux.

#### 3.2 La matière azotée totale

Concernant la composition physico-chimique nous pouvons constater que les protéines sont majoritaires dans la gélatine quel que soit la température et la durée d'extraction.

Il est évident que les conditions d'extraction ont un effet important sur la composition de la gélatine de l'os camelin, où la teneur en protéines augmente considérablement lorsque les conditions d'extraction sont plus douce, c'est-à-dire que la teneur en protéines la plus élevée (86,18%) a été obtenue avec la gélatine extraite à 60 °C pendant 12 heures. (**Figure 22**)

Pour les autres trois essais d'extraction, les teneurs en protéines, contenant dans les gélatines obtenues, sont très proche entre eux (69,48 %, 71,83% et 72,97%). (**Figure 22**)



**Figure 22. Taux de la matière azotée totale**

Ces résultats sont en accord avec l'étude réalisée par **Weng et al (2014)** qui ont rapportés une teneur en protéines plus faible (78%) lorsque l'extraction de la gélatine a été réalisée à une température de 70°C et avec un ph de 4 pendant une durée de 8 heures.

La teneur en protéines rapportée dans notre étude se situe dans la même fourchette précédemment rapportée dans la littérature pour la gélatine de poisson (68-95 %) (**Jeya S et al., 2012**).

### 3.3 Le pH

Le pH considéré comme un paramètre important, car il peut affecter les propriétés de la gélatine et qui peuvent déterminer l'application ultérieure de la gélatine.

Le pH de la solution de gélatine reflète le traitement chimique utilisé lors de l'étape d'extraction (**Da Trindade et al., 2015**).

Les gélatines obtenues ont des valeurs de pH légèrement différentes entre eux (**tableau 07**). Ces différences résultent probablement aux conditions d'extractions appliquées.

La valeur du pH des gélatines obtenues dans cette étude se situe toujours dans la plage de pH normale (entre 4,2 et 5,6) selon les normes du GMIA.

**Tableau 7. Le pH des gélatines obtenues**

N° de gélatine	pH
G1	5,26
G 2	4,63
G3	4,68
G4	4,33

### 3.4 Capacité d'absorption d'eau et d'huile

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 retenue par la gélatine dépend d'un certain nombre de facteurs, tels que : Composition en acides aminés, de nombre de groupes polaires dans la particule, disponibilité de liaisons hydrophiles, pH de l'environnement, force ionique, température et concentration en protéines (Zayas., 1997).

Dans notre travail, les gélatines obtenues dans les différentes conditions d'extraction ont des capacités d'absorption (CAE) très faible sauf la gélatine G4 avec une CAE de 20%. (Figure 23)

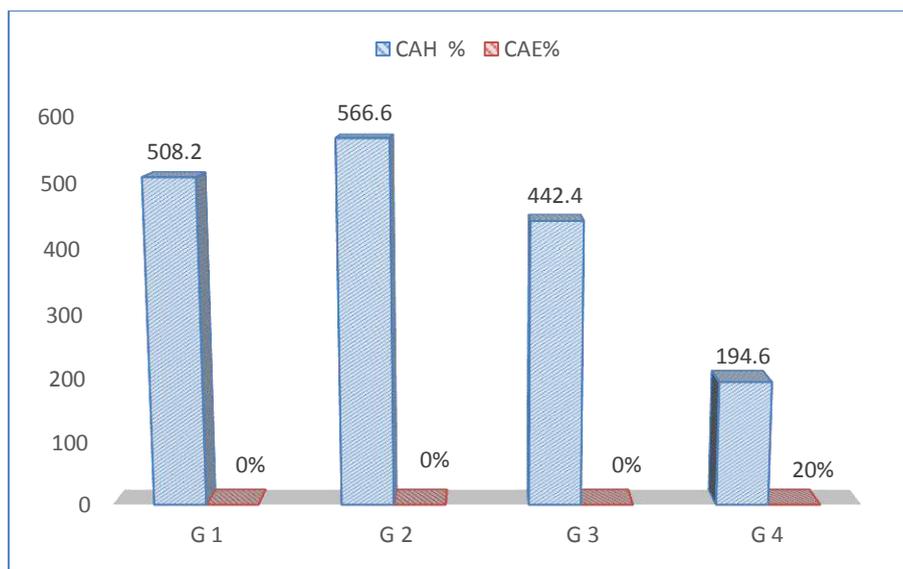


Figure 23. Capacité de rétention d'eau et d'huile

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 de l'os camelin.

En outre, la capacité d'absorption d'huile est également une propriété fonctionnelle étroitement liée à la texture et les interactions entre les composants tels que l'eau et l'huile.

La figure 23 a montré que les gélatines G1 et G2 avaient des capacités d'absorption d'huile (CAH) très importantes avec une CAH de 508,2% et 566,6% respectivement, suivi par G3 avec une CAH de 442,4%. La plus faible capacité d'absorption d'huile a été enregistrée dans la G4.

Le mécanisme de liaison grasse par les protéines n'est pas complètement compris, mais il semble être affecté par la teneur en protéines et en complexe lipido-protéique (**Chavan et al., 2001**). **Khalid, Babiker & El Tinay (2003)** ont rapporté que la capacité d'absorption d'huile liée soit aux chaînes latérales non polaires de la protéine, soit aux différentes caractéristiques de conformation des protéines. Nos résultats suggèrent que la capacité de rétention d'huile dépend aussi aux conditions d'extraction.

### 3.5 Propriétés Moussantes

La capacité de formation de mousse (CM) est l'une des propriétés les plus importantes de la gélatine pour les produits alimentaires couramment utilisés. La capacité moussante des protéines est liée à leur capacité à former un film à l'interface air-eau.

La capacité moussante (CM) et la stabilité de la mousse (SM) à différentes concentrations sont présentées dans le tableau 08. Aucune différence significative enregistrée entre les gélatines étudiée par rapport à la CM et la SM, Ces résultats ont montré que les conditions d'extraction n'affectent pas les propriétés moussantes de la gélatine de l'os camelin.

En outre, les gélatines obtenues ont des CM et des SM considérablement importante en raison de la présence d'une grande proportion des groupes hydrophobes à la surface des molécules de la gélatine de l'os camelin. Chose qui est confirmé par **Jellouli et al (2011)** qui ont rapporté que l'augmentation de la teneur en acides aminés hydrophobes dans la gélatine est liée à l'augmentation de la capacité moussante. Les résidus hydrophobes supplémentaires forment une grande sphère hydrophobe à la surface de la protéine et améliorent la capacité moussante (**Shakila et al., 2012**).

D'après le tableau 08, la CM variée significativement en fonction de la concentration de la gélatine. Nos résultats sont en accord avec ceux de **Jridi et al** qui ont rapporté que la CM des gélatines de peau de seiche diminuée avec l'augmentation de la concentration de la gélatine.

Après 30 minutes, la quantité de mousse diminue dans une fourchette comprise entre 11% et 42%, selon la concentration utilisée initialement. Cette diminution est en corrélation négative avec les concentrations des gélatines étudiées. Les mousses avec une concentration plus élevée de protéines étaient plus denses et plus stables en raison d'une augmentation de l'épaisseur des films inter faciaux (**Zayas, 1997**).

La stabilité moussante dépend de divers paramètres, tels que le taux d'atteinte de la tension superficielle d'équilibre, les viscosités apparentes et superficielles, la stabilisation stérique et la répulsion électrique entre les deux côtés de la lamelle de mousse (**Liu et al., 2003**).

**Tableau 8. Propriétés Moussantes de la gélatine obtenues**

Type de G	Concentration	Capacité Moussante %	Stabilité Moussante %
<b>G1</b>	<b>2%</b>	310,21	180,95
	<b>3%</b>	314,28	266,66
	<b>4%</b>	266,11	228,57
<b>G2</b>	<b>2%</b>	314,20	218,57
	<b>3%</b>	304,61	209,52

	4%	285,71	211,23
	5%	276,19	219,04
<b>G3</b>	2%	323,12	200
	3%	323,8	216,61
	4%	295,23	253,6
	5%	276,19	247,21
<b>G4</b>	2%	371,42	257,19
	3%	304,61	219,04
	4%	295,23	190,85
	5%	285,71	210,47

### 3.6 Activité émulsifiante (AE)

La gélatine est utilisée en tant que agent, émulsifiant dans les applications alimentaires, pharmaceutiques, médicales et techniques grâce à ses propriétés tensio-actives.

L'activité émulsifiante (AE) des gélatines étudiées à différentes concentrations sont présentées dans le tableau 09. Aucune différence n'a été observée entre les gélatines obtenue par rapport à l'AE, Ce qui montre que les conditions d'extraction n'affectent pas l'activité émulsifiante de la gélatine obtenues.

**Tableau 9. L'activité émulsifiante des gélatines obtenues**

N° de gélatine	Concentration	Activité émulsifiantes
<b>G 1</b>	2%	47,93
	3%	55,76
	4%	84,74
<b>G 2</b>	2%	46,55
	3%	50
	4%	61,53
	5%	66,66
<b>G 3</b>	2%	53,06
	3%	57,14

	4%	60,9
	5%	69,23
<b>G 4</b>	2%	52,83
	3%	53,84
	4%	61,53
	5%	66,66

Cependant, on a constaté qu'il y a une augmentation de façon significative des propriétés émulsifiantes en fonction de la concentration de gélatine. **Jridi et al(2013)** ont également rapporté que l'AE de la gélatine de peau de seiche est corrélée à la concentration. Dans ce contexte, **Yamauchi et al(1980)** ont rapporté que les protéines à des concentrations élevées facilitaient davantage l'adsorption des protéines à l'interface.

D'autres part les valeurs de l'AE de la gélatine de l'os du dromadaire sont plus élevées que celles de gélatine bovine obtenues (**Aewsiri et al., 2009**). Ces différences peuvent être due aux propriétés intrinsèques, aux compositions et au conformation des gélatines provenant des deux sources (**Benjakul et al., 2009**).

### 3.7 La couleur

La couleur de la gélatine est liée à la nature de la matière première utilisée dans sa préparation et aux conditions d'extraction. Une solution de gélatine présente une coloration jaune brun plus ou moins marquée. Cette coloration a plus ou moins d'importance suivant les utilisateurs.

En outre, 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'extractions. La couleur n'affecte pas les propriétés fonctionnelles de la gélatine (**Ockerman & Hansen, 1988**).

Les valeurs de la couleur déterminées pour les gélatines illustré dans le tableau 10, ont été exprimées en L\*(luminance), a\*(rouge) et b\*(jaune). Les gélatines obtenues ont des valeurs de L\* presque identiques, ce qui montre que les conditions d'extraction n'ont aucun effet sur la luminosité. Cependant ces valeurs du paramètre L\* sont assez proche à celles de la gélatine bovine obtenues par les travaux de **Rafik et al (2011)** avec une luminosité L\* de 81,20.

La gélatine G4, obtenue avec une température 60 ° C, montre une valeur plus élevée de b\* par rapport à celui des gélatines G2 et G3 obtenues avec des températures de 70 °C. Par contre la gélatine G2, obtenue pendant 8 heure, donne une valeur de a\* inférieur à celui des gélatines G3 et G4 qui ont subi une extraction pendant 12 heures. Ces résultats montrent que les valeurs de a\* et de b\* sont en corrélation négative avec la durée et la température d'extraction respectivement. (Tableau 10)

Tableau 11. Couleur des gélatines obtenues

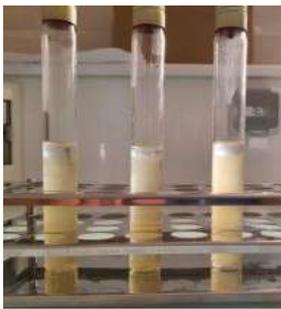
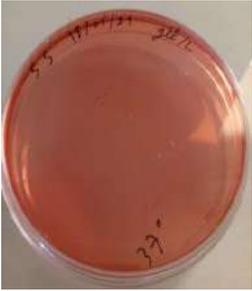
Type de gélatine	Couleur		
	L*	a	b
G2	80.905	-2.43	7.42
G3	83.745	-1.58	6.01
G4	79.19	-1.14	10.92

### 3.8 Analyse microbiologique

Les résultats d'analyse microbiologique de la gélatine G4 exprimés au tableau 11 sont d'une qualité microbiologique très satisfaisante selon le journal officiel N°39/2017. L'obtention de ces bons résultats est due au respect de la chaîne du froid à partir du moment de l'obtention de la matière première jusqu' au début d'extraction.

Tableau11: Résultats microbiologique de la gélatine extraite G4

N° GERMES RECHERCHES	OBSERVATION	RESULTATS	LIMITES MICROBIOLOGIQUES	
			m	M
01	 Germs aérobies à 30° C nombre de colonie moins de 30	Absence	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>

02	Coliformes thermotolérants	 <p>nombre des colonies moins de 15</p>	Absence	$10^2$	$10^3$
03	Anaérobies sulfato-réducteurs	 <p>absence total de colonies noires</p>	Absence	10	$10^2$
04	Salmonella	 <p>absence total des colonies</p>	Absence	Absence dans 25 ml	
05	Staphylocoques à coagulase +	 <p>absence total des colonies</p>	Absence	Absence	

### **Conclusion**

L'objectif de ce travail était d'optimiser les conditions d'extraction de la gélatine à partir de l'os du dromadaire et de déterminer ces caractéristiques physico-chimiques. La méthodologie adoptée dans notre étude nous a permis de montrer que la température et le temps d'extraction ont une influence positive sur le rendement de la gélatine tandis que ces deux paramètres (le temps et la température) influent négativement sur la composition chimique de la gélatine, principalement sur la teneur en matière azotée totale. Certaines propriétés de gélatines ne sont pas influencées par les conditions d'extraction tel que : l'activité moussante, la stabilité moussante, l'activité émulsifiante et la luminosité.

En revanche, nos résultats montrent que les valeurs de  $a^*$  et de  $b^*$  sont en corrélation négative avec la durée et la température d'extraction respectivement.

Les résultats des analyses bactériologiques sont très satisfaisants.

Au terme de ce travail plusieurs aspects restent encore à explorer notamment l'optimisation de la déminéralisation des os et le prétraitement des osséines afin d'améliorer le rendement l'extraction de la gélatine, la purification de la gélatine pour améliorer les paramètres physico-chimiques de la gélatine obtenue et une analyse physico- chimique complète de la gélatine.

Références

*bibliographiques*

## Références bibliographiques

**A. Le Hir ;** ‘Pharmacie Galénique- Bonnes Pratiques de Fabrication des Médicaments’, 8<sup>ème</sup> éd.. éd. Masson, Paris, PP.76- 78 (2001)

**A.G. Ward;** ‘The Science and Technology of Gelatine’, Academic press, London PP. 99, 159-207 (1977)

**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 importante pour l’agriculture bilans des expertises. Bilans des Expertises sur « La Biodiversité Importante pour l’Agriculture en Algérie » MATE-GEF/PNUD : Projet ALG/97/G31.

**Aewsiri, T., Benjakul, S., & Visessanguan, W. (2009).** Functional properties of gelatin from cuttlefish (*Sepia pharaonis*) skin as affected by bleaching using hydrogenperoxide. Food Chemistry, 115, 243e249.

**Alou H., (1985).** Contribution à l’étude de l’élevage camelin au Niger: situation actuelle, proposition d’amélioration, perspectives d’avenir. Thèse: Méd. Vét. : Dakar; 10.

**EL KOLLI. H. (2009).** Etude de la réticulation par le glutaraldéhyde de deux gélatines de nature et de Blooms différents et son effet sur certaines propriétés. Thèse de Magistère en génie des procédés pharmaceutiques. Université Ferhat Abbas Sétif .12-22.

**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, 2014, vol 2, p. 4660-4670. DOI : 10.1039/c4tb00327f

**Anred., 1988 :** Les déchets des industries de traitement de surface, 252 p.

**Balti, R., Bougatef, A., Hmidet, N., Barkia, A., & Nasri, M. (2011).** Chemical composition and characteristics of skin gelatin from grey triggerfish (*Balistescaprisus*). *LWT-Food Science and Technology*, 44(9), 1965-1970.

**Ben Aissa. R, 1988 :** le dromadaire en Algérie- séminaire sur la digestion, la nutrition et l’alimentation du dromadaire, Ouargla 28-29 Fév. -01 mars 1988, Algérie, 1988. PP 20-21.

## *Références bibliographiques*

---

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

**Bliefert C. et Perraud R., 2008 :** Chimie de l'environnement ; Air, eau, sols, déchets \_2ème édition. De Boeck, 478 p.

**Brodsky B., Persikov A. 2005 :** Molecular structure of the collagen triple helix. *Advances in protein chemistry*, 2005, vol 70, p. 301-339. DOI : 10.1016/S0065-3233(04)70009-1.

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

**BOUSBA-BAZID. S. (2015).** Etude spectrale et microscopique du système gelatine/carboxyméthylcellulose sodique en absence en présence de NaCl, CaCl<sub>2</sub> et du glucose dans le domaine alimentaire. Thèse de doctorat en génie des polymères. Université Ferhat Abbas Sétif .21-38.

**Carstensen, J.T., Rhodes, C.T. (1993).** Pellicle formation in gelatin capsules. *Drug Development and Industrial Pharmacy*, 19, 2709-2712.

**Cauvet C., (1925).** Le Chameau : anatomie, physiologie, race, extérieur, vie et moeurs, élevage, alimentation, maladies, rôle économique. -Paris: IB. Baillièere et fils. 947p.

**Chafetz, L., Hong, W., Tsilifonis, D.C., Taylor, A.K., & Philip, J.J. (1984).** Decrease in the rate of capsule dissolution due to formaldehyde from polysorbate 80 auto-oxidation. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 73, 1186-1187.

**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.

**DERRADJI.H.2008.** contribution à l'étude de la diversité génétique des populations camelines (genre Cameline) dans la région du Hoggar (sud algérien). Thèse de magister en science animal .institut national agronomiques HARACH ALGER.17-20.

**Da Trindade Alfaro, A., Balbinot, E., Weber, C. I., Tonial, I. B., & Machado-Lunkes, A.(2015).** Fish gelatin: Characteristics, functional properties, applications and future potentials. *Food Engineering Reviews*, 7(1), 33-44.

**Epstein, H., (1971).** The origin of the domestic animals of Africa. Tome 2. Londres: African Publishing Corporation. -719p.

## *Références bibliographiques*

---

**FAOstat. (2013).** FAOstat database. Available at. <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>.

**Gelatine Manufacturers of Europe (2000).** (GME) Tout sur la gélatine. Bruxelles (Belgique)

**GME. (2005).** Standard methods for the testing of edible gelatin. In: Gelatin Manufacturers of Europe.

**Gobeaux F. 2007 :** Phases denses de collagène de type I : Transition isotrope/cholestérique, fibrillogenèse et minéralisation. Thèse de doctorat : Biophysique Moléculaire. Paris, Université Pierre et Marie Curie : 2007.

**Harbi.1968** cité par IBERSIENE.K. 2003, PP 23-25

**Harding, J. J. (1964).** The unusual links and cross-links of collagen. *Advances In Protein Chemistry*, 20, 109–190.

**Hassan A., Irwandi, Elsayed A., Mohammed Asif Ahmed, Ademola M. H, Saeed O et Fitri O. (2017).** Structural characteristics of camel-bone gelatin by demineralization and extraction, *International Journal of Food Properties*, 20:11, 2559-2568, DOI: 10.1080/10942912.2016.1244543

**Hoste, C., Peyre De Fabregues, B., Richard, D., (1984).** Le dromadaire et son élevage. Maisons-Alfort, IEMVT-CIRAD,. (Coll. Etudes et Synthèses de l'IEMVT no 12).

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

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

**J.M. Koli, S. Basu, B.B. Nayak, S.B. Patange, A.U. Pagarkar, V. Gudipati, Functional (2012) :** Characteristics of gelatin extracted from skin and bone of Tiger-toothed croaker (*Otolithes ruber*) and Pink perch (*Nemipterus japonicus*), *Food Bioprod. Process.* 555–562.

**Jellouli, K., Balti, R., Bougateg, A., Hmidet, N., Barkia, A., & Nasri, M. (2011).** Chemical composition and characteristics of skin gelatin from grey triggerfish (*Balistes capriscus*). *LWT-Food Science and Technology*, 44(9), 1965-1970.

**Jeya Shakila, R., Jeevithan, E., Varatharajakumar, A., Jeyasekaran, G., & Sukumar, D. (2012).** Functional characterization of gelatin extracted from bones of red snapper and

## *Références bibliographiques*

---

grouper in comparison with mammalian gelatin. *LWT - FoodScience and Technology*, 48, 30–36.

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

**K. Yamauchi, M. Shimizu, T. Kamiya, (1980):** Emulsifying Properties of Whey Protein, *J. Food Sci.* 45 (1980) 1237–1242.

**Kadim, I.T., Mahgoub, O., Faye, B., Farouk, M.M. (2013).** Camel meat and meat products. CAB International (Library of Congress Cataloging-in-Publication Data), p 259. ISBN 978-1-78064-101-0.

**Kamoun. M, 1992,** la viande de dromadaire : production, aspects qualificatifs, et aptitudes à la transformation. Séminaire du projet CEE-DGXII TS2-0233-C (EDB) sur l'élevage et l'alimentation du dromadaire, 9-10, Oct. Douz (Tunisie). Option Méditerranéennes, Série B, étude et recherche, 1995, N° 23, P103-150.

**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.

**Knoess. K.H et al., 1986.** Milk production potential of dromedary, with special reference to the province of Punjiab, Pakistan. *Revue. Mond. Zootec.* N°57, P11-21.

**Landais S., 1997:** Caractérisation biochimique et isolement des glycoprotéines de l'os bovin à partir d'une préparation industrielle le complexe osséine-hydroxyapatite. Thèse de doctorat en sciences et technologies. Université de Lille, 6-38.

**Lasnami, 1986.** Le dromadaire en Algérie perspective d'avenir 19. Thèse de magister en sciences agronomique ; option production animale INA El-Harrach.

**Leroy J.B., 1997:** Les déchets et leurs traitement : les déchets solides industriels et ménagers. Presse Universitaires de France, Paris, 3ème édition 127 p.

**Leupold. J, 1968.** Le chameau, important animal domestique des pays sub-tropicaux. *Cah. Bleus. Vet.* 1968, N° 45, P1-6.

**Lhoste P., (1993).** Zootechnie des régions chaudes : les systèmes d'élevage. Montpellier, CIRAD. –

## **Références bibliographiques**

---

**Lhote, H., (1987).** Chameau et dromadaire en Afrique du Nord et au Sahara : recherches sur leurs origines. Alger : ONAPSA. - 161 p.

**Linder M., 1996:** Optimisation d'un procédé de valorisation de co-produits d'abattage par hydrolyse enzymatique. Propriétés fonctionnelles et nutritionnelles des hydrolysats. Thèse de doctorat, 18-24.

**Liu, J., Xu, G., Yuan, S., & Jiang, P. (2003).** The effect of macromolecules on foam stability in sodium dodecyl sulfate/cetylpyridinium bromide mixtures. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 24, 779-787.

**M. C. Martini and M. Seiller;** 'Actifs et Additifs en Cosmétologie', éd. Tec et Doc, 3ème éd, PP. 279-958 (2000)

**M. Jridi, R. Nasri, I. Lassoued, N. Souissi, A. Mbarek, A. Barkia, M. Nasri, (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.

**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.

**Mwangi, J.W., Ofner III, C.M. (1995).** Modulation and evaluation of the degree of crosslinking in gelatin hydrogel matrices using a water soluble carbodiimide. *Pharmaceutical Research*, 12, S-212.

**Navarro A. et al., 1994 :** Gestion et traitement des déchets", *Techniques de l'ingénieur*, traités généralités et construction, 32 p.

**Ockerman, H. W., & Hansen, C. L. (1988).** Glue and gelatin Animal by-product processing. New York: Ellis Horwood. (pp. 133-157).

**Palard M., 2007:** Synthèse et frittage d'hydroxyapatites phosphocalciques silicatées. Thèse de doctorat. Université de Limoges, 7-8.

**Pomel, A., (1893).** Caméliens et cervidés. – *Cart. Géol. Algér. Paléont. Monogr.*, 1- 52.

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

## *Références bibliographiques*

---

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

**Richard. D Et Queval.R, 1984,** Projet de développement de l'élevage dans le Niger Centre-Est. Manuel de techniques de prélèvement chez le dromadaire. Maison Alfort, France IEMVT, P71.

**Richard. D, 1985,** le dromadaire et son élevage IEMVT. Edition Maison Alfort, France, P 170.

**Rosenbloom J., Harsch M., Jimenez S. 1973:** Hydroxyproline content determines the denaturation temperature of chick tendon collagen. Archives of biochemistry and biophysics, 1973, vol 158, p. 478-484.

**Selmane D, 2010:** Etude de l'extraction des protéines de co-produits d'abattage et de leur valorisation comme ingrédients fonctionnels, p5.

**Shakila, R. J., 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(1), 30-36.

**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.

**Terrien A.2015 :** Synthèse et étude structurale multi-échelle de peptides mimes de collagène. Thèse de doctorat : Biochimie. Paris, Université Pierre et Marie Curie : 2015.

**Veis, A. (1964).** The macromolecular chemistry of gelatin. Academic Press: London

**Ward, A.G., & Courts, A. (1977).** The science and technology of gelatin. London: Academic Press.

**Weng, W., Zheng, H., & Su, W. (2014).**Characterization of edible films based on tilapia (*Tilapia zillii*) scale gelatin with different extraction pH. *Food Hydrocolloids*, 879 41, 19–26.

**Williamson. G et Payne.W, 1978,** Introduction to animal husbandry in tropics. Edit.London, Longmans, PP755.

**Yannas, I. V., & Tobolsky, A. V. (1967).** Cross-linking of gelatine by dehydration. Nature (London) 215, 509-510.

## *Références bibliographiques*

---

**Zayas, J. F. (1997).** Water holding capacity of proteins. In: Functionality of proteins in food (pp.76-133).Springer,Berlin,Heidelberg.

## Résumé

L'objectif de ce travail est d'une part l'optimisation des conditions d'extraction de gélatine à partir de l'os du dromadaire à fin d'obtenir une gélatine (hallal) d'un coproduit non exploité relativement riche en protéine. D'autre part est de déterminer les caractéristiques physico-chimériques et bactériologiques de la gélatine obtenue. Notre étude est réalisée sur : Les différentes étapes d'extraction : la déminéralisation, prétraitement, optimisation les conditions d'extraction (pH, température, temps) et séchage. Les caractéristiques physico-chimériques étudiées sont : la détermination de la matière azotée totale, détermination du pH, capacité d'absorption d'eau, capacité d'absorption d'huile, détermination des propriétés moussantes, activité émulsifiante et détermination de la couleur. Les analyses bactériologiques. Les meilleurs résultats sont obtenus dans les conditions : (60 C°, pH 4, 12 heures) pour un rendement de 18.27g /100g, la capacité moussante 371,42% et la capacité d'absorption d'eau 20%. (60 C°, pH 4, 8 heures) pour le taux de l'azote totale 86,18%, détermination du pH 5,66 et activité émulsifiante 84,74 %, capacité moussantes 266,66%. (70C°, pH 4, 8 heures) pour capacité d'absorption d'huile 566%. (60C°, pH 4, 12 heures) pour activité moussante 266,66%, une couleur proche du jaune recherchée et les résultats des analyses bactériologiques très satisfaisantes.

**Mots clés :** Gélatine, Extraction, os, Cameline, alternative, analyses bactériologiques.

## الملخص

الهدف من هذه الدراسة من جهة هو تحديد الشروط المثالية اللازمة لاستخراج الجيلاتين من عظم الجمل من أجل الحصول على جيلاتين (حلال) من منتج ثانوي للإبل غير مستغل وغني نسبيًا بالبروتين. ومن جهة أخرى تحديد الخصائص الفيزيوكيميائية والبكتريولوجية للجيلاتين الذي تم الحصول عليه. المراحل التي قامت عليها هذه الدراسة هي: خطوات الاستخراج المختلفة: التنقية من الاملاح المعدنية، المعالجة المسبقة، تحسين ظروف الاستخراج (درجة الحموضة، درجة الحرارة، المدة) والتجفيف. الخصائص الفيزيائية والكيميائية المدروسة هي (نسبة الازوت، تحديد درجة الحموضة، القدرة على امتصاص الماء، القدرة على امتصاص الزيت، تحديد خصائص الرغوة، نشاط الاستحلاب، تحديد الدرجة اللونية. التحاليل البكتيرية. تم الحصول على أفضل النتائج (60 درجة مئوية ، حموضة 4، 12 ساعة) مردود الجيلاتين المستخرج 18.27 غرام، خصائص الرغوة 371.42 الماء 20٪ ، (60 درجة مئوية ، درجة الحموضة 4 ، 8 ساعات ) للإجمالي معدل النيتروجين 86.18٪ و درجة الحموضة 5.66 ونشاط الاستحلاب 84.74 ، خصائص الرغوة 266.66 ، (70 درجة مئوية ، درجة الحموضة 4، 8 ساعات) القدرة على امتصاص الزيت 566٪ ، (60 درجة مئوية ، درجة الحموضة 12 ساعة) لنشاط الرغوة 266.66 أما نتائج التحليل البكتيري فهي جيدة.

**الكلمات المفتاحية:** الجيلاتين ، الاستخراج ، العظام ، الجمل ، البدائل ، التحاليل الجرثومي

## Abstract

The objective is to work on the one hand to obtain the conditions for extracting gelatin from the bone of the dromedary in order to obtain a (hallal) gelatin of an unexploited byproduct relatively rich in protein. On the other hand, it is to determine the physicochemical and bacteriological characteristics of the gelatin obtained. Our study is carried out on: The different extraction steps: demineralization, pretreatment, optimization of extraction conditions (pH, temperature, time) and drying. The physicochemical characteristics studied are determination of total nitrogenous matter, determination of pH, water absorption capacity, oil absorption capacity, and determination of foaming properties, emulsifying activity and color determination. Bacteriological analyzes. The best results are obtained under the conditions: (60 C °, pH 4, 12 hours) for the yield of 18.27g weight, the foaming capacity 371.42% and the water absorption capacity 20%. (60 C °, pH 4.8 hours) for the total nitrogen rate 86.18%, determination of pH 5.66 and emulsifying activity 84.74%, foaming capacity 266.66%. (70C °, pH 4, 8 hours) for oil absorption capacity 566%. (60C °, pH 4, 12 hours) for foaming activity 266.66%, a color close to the desired yellow and the results of bacteriological analyzes satisfied.

**Keywords:** Gelatin, Extraction, bone, Camlin, alternative, bacteriological analyzes,