



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET  
POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université : ChahidCheikhEl ArbiTébessi

Faculté : Science et technologie

Institut des mines

Département : Electromécanique

Faculté : Science exacte et de la nature et de vie

Département : Science de la matière

Mémoire de fin d'étude en vue d'obtention

du diplôme de master académique En :

Options : Electromécanique/Chimie de produit naturel

**Thème**

**Transformation industrielle  
du cuir et les résidus de  
bétails**

**Présenté par**

- Massoudi Ahmed Al Mokhtar
- Cheraytte Radhia
- Dilmi Nassira
- Nécir chayma
- Ghaloussi Hind
- Saidi Abdelhamid

**Encadré par**

Pr. Louafi Messaoud

Pr. Boudiba Louiza

**Juré de soutenance**

Président : Amirech Abd El Karim (MCB)

Université de Tébessa

Rapporteur : Louafi Messaoud /Boudiba Louiza (Pr)

Université de Tébessa

Examineur : Rechach Abd al Karim (MCB)

Université de Tébessa

Année Universitaire : 2022- 2023



## *Remercîment*

Nous tenons à remercier tout personnes qui nous ont apporté une aide pour la réalisation de ce travail de recherche, en particulier nos encadreurs : Professeur Louafi Messaoud et Professeur Boudiba Louiza qui ont suivi ce travail sans jamais douter de leurs compétences, sans oublier monsieur Ayet Hamouda Mohamed Cherif le directeur d'incubateur et les membres de jury qui ont accepté d'évaluer notre travail et de participer à cette soutenance.

Nous remercions également l'économiste Monsieur Messaoud Abdelmoumen, madame Rechach Amel et monsieur Mounir les ingénieurs du laboratoire des mines pour leur aide.

Nous remercions chaleureusement tous les membres de l'usine Algérienne de cuir et dérivés de l'unité de Batna, en particulier le Directeur Mr Bouhafs Riadh, et Yahiaoui Abdelkrim, Medji Slimane, Boukharbache Sara, et Touati Mourad, Bouhabel Abdeaziz et Monsieur Bencharif Foudil et tout le personnel d'usine. Et finalement, nous remercions Monsieur Mostafa Abd El Mouhaimen Directeur de L'usine de tannage en Egypte.





## Dédicace

### A Mon Très Chère Père Hakim

Merci d'avoir été toujours là pour moi, un grand soutien tout au long de mes études. Tu as été et tu seras toujours un exemple à suivre pour tes qualités Humaines, ta persévérance et ton perfectionnisme. Je t'aime Baba.

### A Ma Très Chère Mère Kaltoum

Je te dédie à mon tour cette mémoire qui concrétise ton rêve le plus cher et qui n'est que le fruit de tes conseils et de tes encouragements.

Pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, Durant mon enfance et même à l'âge adulte Tu n'as pas cessé de me soutenir et De m'encourager, ton amour, ta générosité exemplaire et ta présence constante ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Je t'aime Mama.

### A Mes Frères Oussama, Salah Et Ma Sœur Fairouz

Je vous souhaite de tout mon cœur une vie pleine de succès, et que dieu vous Protège et consolide les liens sacrés qui nous unissent.

### A ma cousine Sonia

A Tous les familles et les amis que j'ai connu jusqu'à à maintenant

Et ainsi à mes collègues de ce travaille

**Nassira**





## Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

- Ma mère que j'aime et mon père que j'adore pour m'avoir encouragée et soutenu mes études et sans eux je ne suis rien.

- Mon unique Fère et mes chères sœurs

- Tous mes enseignants

- Tous mes chers amis et collègues

- A tous ceux que j'aime et tous les gens qui m'aiment à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail je vous aime très fort

**RADHIA**







## Dédicace

Dieu soit loué, aucun chemin ou effort n'a pris fin sauf par grâce.

Rien n'est comparable à la joie de l'obtention du diplôme, un moment que j'ai toujours attendu, souhaité et rêvé, un moment pour lequel j'ai travaillé dur pendant des années, c'est vrai que ça n'a pas été facile, mais je l'ai fait.

Je suis honorée de dédier ce travail de fin d'études, témoignant de mon parcours en vue de l'obtention du prestigieux diplôme de Master :



\*À mon père Nécir Belgacem incarnation de la patience, de l'amour inconditionnel et du soutien indéfectible.

\*À ma mère Gassar Laila qui était la cause de ma réussite.

\*À mes frères et sœurs qui m'a soutenu jusqu'à ce que j'atteigne ce stade.

\* À mon fiancé, mon partenaire.

\*A ma défunte amie Amani, que Dieu lui accord sa miséricorde.



\*A tous mes amis, honorables professeurs, et ceux qui sont proches du cœur et qui nous ont soutenu de près ou de loin.

**Chaima**



## Dédicace

Tout Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut . . . Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance. . . Aussi, c'est tout simplement que je dédie ce projet de fin d'étude.

A mes chers parents : Ghalloussi Mourad et Aoulmi Lebna

Des expressions éloquentes ne peuvent exprimer ma gratitude et mes remerciements. Vous m'avez insufflé le sens des responsabilités, l'optimisme et la confiance en moi face aux difficultés de la vie. Vos conseils ont toujours guidé mes pas vers le succès, et votre patience, votre compréhension et vos encouragements sans fin sont pour moi le soutien essentiel que vous avez toujours su m'apporter. Je vous dois à tous les deux qui je suis aujourd'hui et qui je serai demain et je ferai toujours de mon mieux pour vous rendre tous les deux fiers et ne jamais vous décevoir. Que Dieu Tout-Puissant vous protège et vous accorde la santé, le bonheur et la tranquillité d'esprit et vous protège de tout mal.

A mes adorables sœurs : Rim, Tahani et khawther

Mon cher frère : Rabie

Merci d'être toujours à mes côtés, pour ta présence, pour ton amour fidèle et ta tendresse, pour avoir donné saveur et sens à ma vie. En signe de mon grand amour et de mon affection, je vous demande de trouver dans ce travail l'expression de ma reconnaissance et de mon dévouement. Je demande à Dieu Tout-Puissant de vous donner le bonheur et la prospérité.



Hind



## Dédicace

À ma chère famille.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers vous tous pour votre soutien et votre présence à mes côtés tout au long de mon parcours académique et de la réalisation de mon mémoire de fin de cycle. Votre encouragement a été d'une importance capitale.

À ma mère Asmahan, mon père Messaoud et mon frère, Moussadek, je vous suis reconnaissant pour votre soutien indéfectible et votre confiance en moi. Vous avez été un pilier solide dans ma vie et votre soutien émotionnel et moral a eu un impact immense sur ma capacité à atteindre cette réalisation importante.

À mes sœurs, Oumaima, Chafia et Bahya, je vous suis reconnaissant pour votre présence et votre encouragement. Votre soutien inconditionnel et votre amour ont été une source d'inspiration constante pour moi.

À ma grand-mère, Fatma, je vous dédie une gratitude profonde et sincère. Votre amour, vos conseils et votre sagesse ont été des éléments essentiels dans mon chemin académique.

Je dédie ce travail à ma grand-mère Fayza, qui nous a quittés. Sa présence bienveillante et ses enseignements resteront à jamais gravés dans mon cœur.

À mes amis, Abderrahmane Gouasmia et Abdelhamid Saidi et Jalel Bezina et Rima Salhi, leur amitié et soutien constant ont été précieux tout au long de cette période.

Avec tout mon amour et ma reconnaissance,



**AHMED**





## Dédicace

### Ma mère

A l'occasion de terminer cet humble travail, je vous offre mes remerciements et ma gratitude pour vos sacrifices et vos efforts et mon soutien pour votre réussite, que Dieu vous protège

### Mon père

Je vous donne toute l'appréciation et le respect, et je prie Dieu de vous donner une bonne santé

### Mon frère et ma sœur

Aux personnes les plus chères, nous espérons être au niveau auquel vous aspirez

### A tous nos amis(es)

Je dédie ce travail à tous avec nos vœux de réussite et de bonheur dans le travail et dans la vie

### Mes collègues

J'adresse mes salutations et mes remerciements à mon collègue et frère **MESSAOUDIAHMED EL MOKHTAR** ainsi qu'à mon collègue et mes sœurs au travail **Dilmi Nassira ; Cherayette Radhia ; NECIR CHAIAMA ; Ghalloussi Hind.**

Et pour l'effort exercé sur ce travail, je leur souhaite bonne chance et succès dans leur vie pratique

**Hamid**





# **Sommaire**

# Sommaire

---

Liste des tableaux	I
Liste des figures	II
Introduction générale	III

## Chapitre I : Tannage des peaux

### Partie théorique

I.1- Introduction	4
I.2- Industries de cuir	5
I.2.1-Industrie de cuir dans le monde	5
I.2.2- Industrie de cuir en Algérie	6
I.3- La matière première de peau	6
I.3.1- Constitution de la peau mammifère	7
I.4-Transformation de la peau en cuir	8
I.4.2- Le travail de rivière	9
I.4.2.1- Reverdissage / Lavage (trempe	9
I.4.2.2- Le planage	10
I.4.2.2-Epilage	11
I.4.2.2-Echarnage	11
I.4.3- Les opération de tannage	12
I.4.3.1- Déchaulage	12
I.4.3.2-Confitage	12
I.4.3.3- Le picklage	12
I.5- Tannage et tannins	13
I.5.1-Mécanisme de tannage	13
I.5.2- Tannage au chrome	14
I.5.2.1- Réaction chimique	14

## Sommaire

---

I.5.3- Tannage avec les extraits végétaux	15
I.5.3.1- Réaction chimique	15
I.5.4- Tannage à huile	15
I.5.4.1 – Réaction chimique	16
I.6- Neutralisation	16
I.7- Le tenture	17
I.8- Les colorants	17
I.9-Séchage	18
I.10-Finissage	18
I.11-Produit chimique utilisées par la tannerie	19
I.12-Les avantages et inconvénients du système de tannage	20
I.13Traitement d'eau de tannage	21
I.14-Conclusion	22
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	23

### **Chapitre II : Le rôle de l'électromécanique dans le tannage des peaux**

II.1- Introduction	26
II.2.Coudreuse	26
II.2.1-Définition de Coudreuse	26
II.2.2-Principe fonctionnement de Coudreuse	27
II.2.3- Cas pratique de Coudreuse	28
II.3- Le Foulon	28
II.3.1-Définition de foulon (TAMBOUR DE FRAISAGE À SEC)	28
II.3.2- Principe fonctionnement de foulon (TAMBOUR DE FRAISAGE À SEC)	29
II.4.2-Cas pratique de foulon (TAMBOUR DE FRAISAGE À SEC)	30
II.4- la machine Délaineuse	31



## Sommaire

---

II.4.1-Définition de Délaineuse	31
II.4.2- Principe fonctionnement de Délaineuse	31
II.4.3-Cas pratique de Délaineuse	32
II.5-Le machine de l'écharneuse	32
II.5.1-Définition de l'écharneuse	32
II.5.2- Principe fonctionnement de l'écharneuse	33
II.5.3-Cas pratique de l'écharneuse	34
II.6- Le machine d'essoreuse	34
II.6.1-Définition de l'essoreuse	34
II.6.2- Principe fonctionnement de l'essoreuse	35
II.6.3-Cas pratique de machine d'essoreuse	36
II.7- Le Tunnel de séchage	37
II.7.1-Définition du tunnel de séchage	37
II.7.2- Principe fonctionnement du tunnel de séchage	38
II.7.3-Cas pratique du tunnel de séchage	38
II.8- séchage à cadre	39
II.8.1-Définition de séchage à cadre	39
II.8.2- Principe fonctionnement de séchage à cadre	40
II.8.3-Cas pratique de séchage à cadre	41
II.9-Le ponceur continue	42
II.9.1-Définition de ponceur continue	42
II.9.2- Principe fonctionnement de ponceur à cadre	42
II.9.3-Cas pratique de ponceuse continue	43
II.10 : La lisseuse	44
II.10.1 -Définition lisseuse	44

## Sommaire

---

II.10 .2- Principe de fonctionnement lisseuse	44
II.10 .2- Cas pratique lisseuse	44
II.11-Le planimètre électronique	45
II.11.1-Définition planimètre électronique	45
II.11.2- Principe de fonctionnement planimètre électronique	46
II.11.3- Cas pratique de planimètre électronique	47
II.6-Conclusion	47
Références bibliographiques	48

### **Chapitre III : Valorisation des résidus de bétails**

III.1-Introduction	51
III.2-Généralité sur les protéines	51
III.3-Discription du collagène	52
III.4- Description de la gélatine	52
III.5-Matièrepremière de gélatine	53
III.6- Transformation du collagène en gélatine	53
III.7- Méthode élaboration de gélatine	54
III.7.1- Prétraitement	54
III.7.2-Préliminaires	54
III 7.2.1- Collecte de matière première	54
III.7.2.2- Lavage	55
III.7.2.3- Pressage	55
III.7.3- Bains de prétraitement	55
III.7.3.1- Bain alcalin	55
III .7.3.2- Bain acide	56

## Sommaire

---

III.7.4-Extraction	57
III.7.5-Cuisson	57
III.7.6-Pasteurisation et filtration	57
III.7.7-Concentration	57
III.7.8-Séchage	58
III.8-Contrôle de qualité de la gélatine	58
III.9-Type de gélatine	60
III.10-Structure et composition	60
III.11-Structure de gélatine	62
III.11.1-Structure primaire	62
III.11.2-Structure secondaire	62
III.12- Propriétés technologie de la gélatine	63
III.13-Utilisation de la gélatine	64
III.13.1-Industrie pharmaceutique	64
III .13.2-Les films de gélatine industrie alimentaire	64
III.13.3-Industrie photographique moderne	64
III 13.4-Autre utilisation de gélatine	65
III.14- La colle	66
III.14.1- Définition d'une colle	66
III.14.2- Différentes sources de colle animale	66
III.14.3-Type de colle animale	67
III .14.4-Fabrication de colle à partir des os et de peaux d'animaux	67
III.14.4.1- A partir de peaux	67
III. 14.4.1-A partir des os	68
III.15-Conclusion	69



Références bibliographiques	70
<b>Chapitre IV : Rôle d'électromécanique dans la fabrication des gélatines</b>	
IV.1. Introduction	75
IV.2- Machine broyeuse à résidus	75
IV.2.1- Définition de la machine broyeuse à résidus	75
IV.2.2- Principe de fonctionnement de la machine broyeur à résidus	76
IV.2.3- Cas pratique de la machine broyeuse à résidus	77
IV.3-Machine cuves d'extraction	78
IV.3.1- Définition de la machine cuves d'extraction	78
IV.3.2- Principe de fonctionnement de la machine cuves d'extraction	79
IV.3.3-Cas pratique de la machine cuves d'extraction	81
IV.4-Machine filtre-presse	82
IV.4.1-Définition de la machine filtre-presse	82
IV.4.2- principe de fonctionnement de la machine filtre-presse	82
IV.4.3- Cas pratique de la machine de filtre-presse	84
IV.5- Machine l'Évaporateur à vide	85
IV.5.1- Définition de la machine l'Évaporateur à vide	85
IV.5.2- Principe de fonctionnement de la machine l'Évaporateur à vide	86
IV.5.3- Cas pratique de la machine l'Évaporateur à vide	87
IV.6-Machine Séchoir à tambour	88
IV.6.1-Définition de la machine Séchoir à tambour	88
IV.6.2- Principe de fonctionnement de la machine Séchoir à tambour	89
IV.6.3- Cas pratique de la machine Séchoir à tambour	90
IV.7- Machine d'extraction des graisses	90
IV.7.1- Définition de la machine d'extraction des graisses	90

## Sommaire

---

IV.7.2- Principe de fonctionnement de la machine d'extraction des graisses	91
IV.7.3- Cas pratique de la machine d'extraction des graisses	92
IV.8- Conclusion	93
Références bibliographiques	94
<b>Partie pratique</b>	
<b>Partie 01 : Machine réalisées</b>	
1-Machine mobile de dépouillage du bétail	97
1.1-Descriptif de l'innovation	97
1.2-Mode de réalisation de la 1 <sup>ère</sup> innovation	97
2-Marmite pour l'extraction et filtration de la gélatine à partir des résidus de peau	99
2.1- Descriptif de l'innovation	99
2.2- Mode de réalisation de la 2 <sup>ème</sup> innovation	99
<b>Partie 02 : Traitement chimique</b>	
1-Extraction de plante de mimosa	100
I.1-Matériaux utilisé	100
I.2-Etape de travaille expérimental	101
I.3-Test photochimique	106
2-Tannage de peau de lapin avec l'extrait de mimosa	107
3-Fabrication de gélatine à partir d'écharnage de peau	112
3.1-Mode opératoire de fabrication	112
3.2-Caractéristique physico chimique	114
3.2.1-Composition physico chimique	114
3.3-Résultat et discussion	116
3.3.1-Analyse physico chimique	116
3.3.2-Discussion de paramètre	117

## Sommaire

---

4-Extraction de colle à partir des os des bauvin	118
Conclusion générale	120
Résumé	



## Liste des tableaux

---

<b>Chapitre I : Tannage des peaux</b>	
Tableau I.1 : Produit chimique utilisées par la tannerie	19
Tableau I.2 : Avantages et inconvénient des systèmes de tannage	20
<b>Chapitre II: valorisation des déchets des bétails</b>	
Tableau II.1 : Quantités d'acides aminés pour les deux types de gélatine et le collagène	61
Tableau II.2 : Principaux types de colles naturelles leurs destination avantage et inconvénient	67
<b>Parité expérimentale</b>	
Tableau 1 : Résultat de la teneur en matières sèche	105
Tableau 2 : Résultat du rendement de l'extraction du tanin	105
Tableau 3 : Taux d'extraction de tanins	106
Tableau 4 : Test de présence ou l'absence des poly phénols	106
Tableau5 : Rendement d'extraction de gélatine	116
Tableau 6 : Réalisation de détermination du paramètre physico chimique	116

## Liste des figures

---

<b>Chapitre I : Tannage des peaux</b>	
Figure I.1 : Schéma explicatif de l'industrie du cuir.	4
Figure I.2 : Coupe de la peau	6
Figure I.3 : Différentes parties de la peau	7
Figure I. 4 : Coupe schématique d'une peau de bovin	8
Figure I.5 : Salage de la peau	9
Figure I.6 : Reverdissage par le Coudreuse	10
Figure I. 7 : Etape d'écharnage	11
Figure I. 8 : Neutralisation	16
Figure I. 9 : Etape de finissage	18
Figure I. 10 : Traitement d'eau dans usées des tanneries	22
<b>Chapitre II : Rôle de l'électromécanique dans le tannage de peau</b>	
Figure II.1 : Coudreuse	26
Figure II.2 : Nettoyage de peau	28
Figure II.3 : foulon	29
Figure II .4 : Principe fonctionnement de foulon	30
Figure II .5 : Déligneuse	32
Figure II .6 : Echarneuse	33
Figure II .7 : Echarneuse	34
Figure II.8 : Essoreuse	35
Figure II .9 : Essoreuse	37
Figure II .10 : Tunnel de séchage	37
Figure II .11 : Cadre	40
Figure II .12 : Lisseuse	45

## Liste des figures

Figure II .13 : Planimètre électronique	45
<b>Chapitre III : Valorisation des déchets de bétail</b>	
Figure III .1 : Liste des acides aminés	51
Figure III .2 : Structure fibreuse du collagène 63 constituant de base de la gélatine	53
Figure III .3 : Procédé de fabrication industrielle de la gélatine	54
Figure III .4 : Nouilles de gélatine	58
Figure III .5 : Structure chimique de la gélatine	62
Figure III .6 : Colle animal	66
<b>Chapitre IV : Rôle d'électromécanique dans la fabrication de gélatine</b>	
Figure IV.1 : Broyeur de poudre de conception sans poussière	76
Figure IV.2 : Mécanisme de broyage	77
Figure IV.3 : Schéma Cuves d'extraction	79
Figure IV.4 : Cuves d'extraction	80
Figure IV .5 : Filtre presse	82
Figure IV .6 : Schéma Filtre –presse	84
Figure IV .7 : Fondamentaux de l'évaporation sous vide	86
Figure IV .8 : Fondamentaux de l'évaporation sous vide schéma	87
Figure IV .9 : Séchoir rotatif a tambour	88
Figure IV .10 : Schéma séchoir rotatif a tambour	89
Figure IV .11 : Machine d'extraction des graisses	91
Figure IV .12 : Traitement par les graisses	92
<b>Partie pratique</b>	
Figure1 : Machine de dépouillage	98

## Liste des figures

Figure2 : Support de la machine	98
Figure 3 : Plaque métallique de support pour la pompe	98
Figure 4 : Marmite utilisé pour l'extraction et la filtration de résidus de peau animale	100
Figure 5 : Ecorce de mimosa après le broyage	101
Figure 6 : Ecorce de mimosa après le broyage	102
Figure 7 : Montage de chauffage à reflux	102
Figure8 : Filtration sous vide	103
Figure9 : Echantillon après évaporation	103
Figure10 : Lyophilisateur	104
Figure11 : Extraction de l'écorce de mimosa	104
Figure12 : Coloration de l'extrait de mimosa	107
Figure13 : Peau après la conservation	107
Figure14 : Trempe dans le foulon	107
Figure15 : Echarneuse manuelles	108
Figure16 : Peau après la trempe	108
Figure17 : Opération de picklage	109
Figure18 : Indice de rétraction	109
Figure19 : Opération de neutralisation	110
Figure20 : Peau teinture	111
Figure21 : Cadrage	111
Figure22 : Peau tanné	111
Figure23 : Marmite utilisée pour l'extraction de la filtration des résidus de peau des bétails	112
Figure24 : Macération d'écharnage	112
Figure25 : Extraction de gélatine	112
Figure26 : Gélatine extrait	113
Figure27 : Détection de la protéine	113
Figure28 : Détermination de pH	114
Figure29 : Capacité d'absorption d'eau	115
Figure30 : Viscosimètre	115
Figure31 : Cool extrait	118

## Liste des schémas

---

<b>Chapitre I : Tannage des peaux</b>	
Schéma I.1 : Réaction de décalaminage	1
Schéma I.2 : Mécanisme du tannage	2
Schéma I.3 : Réaction de dégradation du collagène	3
Schéma I.4 : Réaction chimique du tannage de chrome	4
Schéma I.5 : Mécanisme de transformation chrome au collagène	5
Schéma I.6 : Réaction chimique de tannage végétal	6
Schéma I.7 : Réaction chimique de tannage d'huile	7
<b>Chapitre III : Valorisation des déchets des bétails</b>	
Schéma III : 1. Équilibre de charges au point isoélectrique	51

## Liste des abréviation

---

%	pourcentage
C°	Degré Celsius
Kg /j	kilogramme par jour
m <sup>3</sup> /Jr	mètre cube par jour
nm	Nanomètre
g .mol <sup>-1</sup>	gramme par mole
Um	Micromètre
Ph	potentiel hydrogène
FAO	Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
CET	Centre d'enfouissement technique
ADN :	Acide Désoxyribonucléique
PIE	point isoélectrique
CAD	Capacité d'absorption d'eau



# **Introduction Générale**

# Introduction Générale

---

Le cuir est un matériau précieux utilisé dans la fabrication de vêtements, de chaussures, de sacs et d'autres produits. La production de cuir implique le traitement des peaux d'animaux pour enlever les poils et les graisses, et pour transformer la peau brute en un matériau souple et résistant. Cependant, la production de cuir génère également des déchets, tels que les os, les tendons et la peau excédentaire, qui peuvent être utilisés pour produire de la gélatine et de la colle animale.

La gélatine et la colle animale sont des produits dérivés des restes d'animaux qui ont une large gamme d'applications dans l'industrie alimentaire, la construction, l'emballage, l'impression et la fabrication de meubles. La production de ces produits dérivés est donc un moyen efficace de valoriser les déchets issus de la production de cuir.

Dans ce mémoire on explore les différentes méthodes de production de la gélatine, de la colle animale et du cuir, ainsi que les avantages et les inconvénients de leur utilisation dans l'industrie par rapport à d'autres matériaux. Nous examinons également les questions environnementales liées à la production de ces produits dérivés des restes d'animaux, ainsi que les initiatives en cours pour rendre leur production plus durable et respectueuse de l'environnement.

Enfin, nous passons aux perspectives d'avenir de la production de gélatine, de colle animale et de cuir, en mettant en évidence les tendances actuelles et les innovations qui pourraient conduire à une production plus efficace, économique et respectueuse de l'environnement.

Les industries du cuir, de la laine, de la gélatine et de la colle animale reposent sur des processus complexes et des transformations spécifiques pour obtenir des produits finis de haute qualité. Dans ce contexte, l'électromécanique joue un rôle essentiel en offrant des solutions technologiques avancées pour améliorer l'efficacité, la précision et la productivité de ces industries.

L'utilisation de machines électromécaniques dans ces domaines permet d'automatiser certaines étapes clés du processus de fabrication. Par exemple, des machines de découpe et de préparation des matières premières, des équipements de tannage, des systèmes de séchage et des machines d'extraction sont utilisés pour accélérer et optimiser les opérations.

En ce qui concerne la production de cuir, l'électromécanique intervient dans des processus tels que le dépeçage des peaux, le trempage, le tannage, le foulage et le séchage. Ces

## Introduction Générale

---

machines permettent de manipuler les peaux de manière précise et efficace, assurant ainsi la qualité et l'uniformité du produit final.

En ce qui concerne la production de gélatine et de colle animale, l'électromécanique est utilisée dans des processus tels que l'extraction des matières premières, le broyage, l'évaporation, la filtration et le séchage. Ces étapes sont cruciales pour obtenir des produits finis purs et de haute qualité.

L'électromécanique offre des avantages considérables dans ces industries, tels que l'amélioration de l'efficacité des processus, la réduction des coûts de main-d'œuvre, la standardisation de la production et la garantie de la conformité aux normes de qualité. De plus, l'utilisation de technologies électromécaniques permet de minimiser les erreurs humaines et d'assurer la sécurité des travailleurs.

Notre travail est divisé en deux grandes parties, une partie théorique faisant apparaître tous ce qui concerne le tannage des peaux, le rôle de l'électromécanique dans le tannage des peaux, la valorisation des résidus des bétails, et le rôle de l'électromécanique dans la fabrication des gélatines, et une partie pratique avec un volet réservé aux machines réalisées (machine mobile de dépouillage du bétail et une marmite pour l'extraction de la gélatine à partir de résidus de peau) et un deuxième volet réservé au traitement chimique (extraction de la plante de mimosa, le tannage de peau de lapin avec l'extrait de mimosa, la fabrication de gélatine à partir d'écharnage de peau et l'extraction de colle à partir des os des bauvin).



**CHAPITRE 1 :**  
**Tannage des peaux**

# Chapitre 1 : Tannage des peaux

## I.1-Introduction

Le cuir est obtenu à partir du derme de la peau d'animaux par un processus appelé tannage. Ce processus vise à transformer le derme en une matière durable et résistante à l'eau, tout en préservant sa nature naturelle.[1]

Le tannage est un processus de conversion des peaux d'animaux abattus en une matière durable et utile, principalement connue sous le nom de cuir. Ce processus implique l'exécution de diverses étapes successives qui requièrent d'importantes quantités d'eau et de produits chimiques.[2]

La préparation du cuir est un savoir-faire ancestral qui remonte à des milliers d'années. Bien avant de maîtriser l'art du tissage, l'homme utilisait les peaux des animaux qu'il chassait pour se vêtir. Afin de préserver ces peaux de la rigidité et de la décomposition, il devait trouver des moyens ingénieux pour les traiter. Ainsi, le premier procédé de tannage fut réalisé en pétrissant la peau avec de la moelle d'os et du cerveau animal.

Cependant, ces derniers temps, la préparation du cuir ne se limite plus uniquement à des fins vestimentaires. Le cuir est un matériau doté de propriétés si précieuses qu'il est désormais présent sous de nombreuses formes dans notre environnement. Le processus de tannage a évolué au-delà de la simple préparation des peaux, qui n'est désormais qu'une partie intégrante des diverses opérations de traitement des peaux.[3]

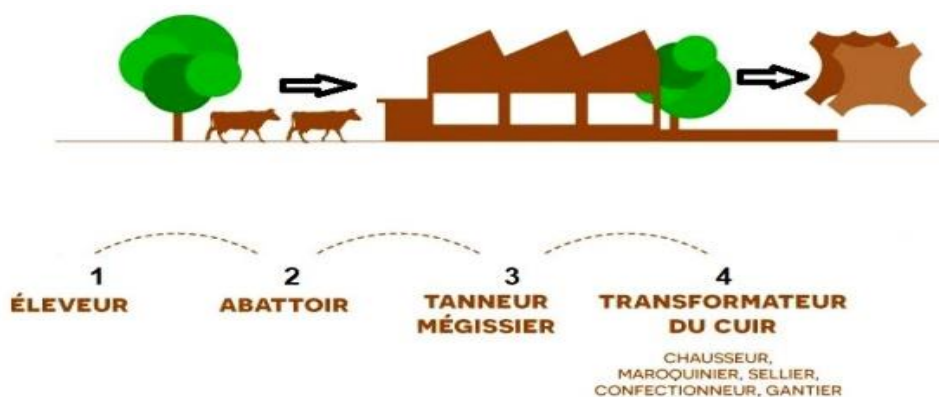


Figure .I .1 : Schéma explicatif de l'industrie du cuir.

### I.2-Industries du cuir

#### I.2.1- Industrie du cuir dans le monde

Le cuir artificiel a émergé comme une alternative malgré les progrès technologiques dans l'industrie traditionnelle du cuir, et il est en train de devenir dominant.[6]

Dans les tanneries, la matière première utilisée est principalement constituée de peaux d'animaux provenant à 99% d'animaux élevés spécifiquement pour la production de viande et de lait. Sans l'industrie du cuir, ces peaux animales deviendraient simplement un autre déchet à éliminer.

L'industrie utilise différents types de peaux en fonction de la disponibilité des matières premières. Cela inclut les peaux de bovins, d'ovins, de chameaux, de reptiles, et bien d'autres.

La demande croissante de cuir et de ses dérivés sur le marché mondial est un facteur clé dans les économies de plusieurs pays développés de la région méditerranéenne tels que la Turquie, l'Italie, l'Espagne, l'Inde et la Chine. Le tannage joue un rôle essentiel dans ces pays.[7].

En Europe, la production de cuir a connu une croissance constante depuis les années 1970, culminant vers les années 2000-2001. L'Italie se démarque particulièrement en tant que centre d'activité majeur dans ce domaine.

Depuis 2006, la production de cuir en Europe a connu une diminution progressive, tandis qu'une augmentation de la production a été observée en Asie et en Afrique. Cette tendance à la baisse est le résultat de plusieurs facteurs d'ordre économique et écologique. Dans le but de faire face à ces défis, les pays européens ont adopté une nouvelle stratégie consistant à repositionner les étapes du traitement du cuir qui sont préjudiciables à l'environnement, telles que l'épilage-planage et le tannage au chrome, vers des pays en développement en Asie et en Afrique.

Actuellement, la Chine est le principal acteur mondial de l'industrie du cuir en Asie. En 2000, la production mondiale de cuir était d'environ 1176,7 millions de pièces, dont l'Algérie représentait une contribution de 11,6 millions. En 2012, la production mondiale a atteint en moyenne 1362,5 millions de pièces, avec la participation de l'Algérie à hauteur de 12,9 millions. [8], Malgré cela, l'industrie demeure l'une des principales sources de pollution dans le monde, en raison de la complexité de sa composition en eaux résiduaires et du manque d'une technique de traitement puissante et efficace.



# Chapitre 1 : Tannage des peaux

## I.2.2- Industrie du cuir en Algérie

En 2006, la production mondiale de cuir s'élevait à 1 933,173 millions de mètres carrés. À cette époque, l'Algérie occupait la 28ème position parmi les 30 pays producteurs, avec une production de 8,5 millions de mètres carrés de cuir.[8].Selon la FAO, en 2012, la production de peaux animales en Algérie s'est répartie de la manière suivante :

- ✚ Peaux bovines : 0.7 million pièces (0.5 million pièces en 1993).
- ✚ Peaux ovines : 10.7 million pièces (10.5 million pièces en 1993).
- ✚ Peaux caprines : 1.5 million pièces (0.8 million pièces en 1993).

L'Algérie compte 9 unités de tannerie [9] Parmi les unités du Centre d'Activités Régionales pour la Production Propre (CAR/PP) en 2000, on peut citer :

- ✚ Unité de Djelfa (THP-Spa) : depuis 1973.
- ✚ Unité de Rouïba (TAMEG-Spa) : depuis 1966.
- ✚ Unité de Jijel (TAJ-Spa) : depuis 1967
- ✚ Unité de Batna (MEGA-SPA) : depuis 1998(c'est MEGA qui remplace l'ancienne tannerie ENIPEC)

## I.3-Matière première de la peau

La peau est constituée de trois couches distinctes : l'épiderme, le derme et le tissu sous-cutané. Le derme renferme environ 30 à 35 % de protéines, principalement du collagène, tandis que le reste est constitué d'eau et de graisse. Lorsque les autres couches de la peau sont éliminées par des procédés chimiques et mécaniques, le derme est utilisé pour la fabrication du cuir. Le processus de tannage vise à renforcer la structure protéinique de la peau en établissant des liens entre les chaînes de peptides.

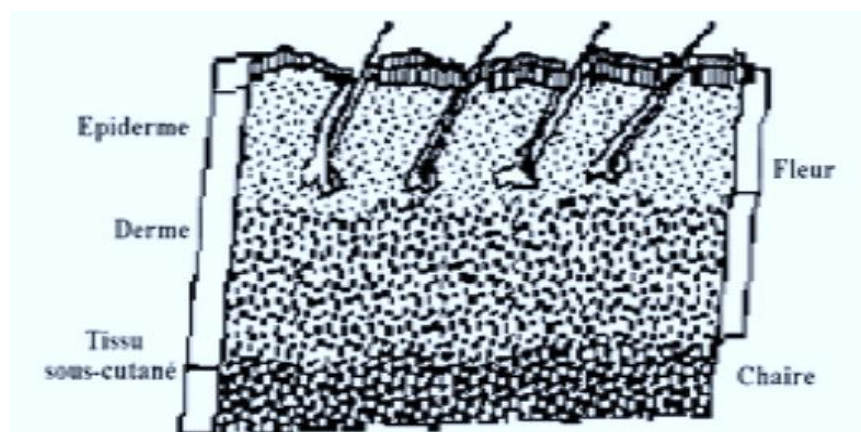


Figure I.2 : Coupe de la peau [10]

## Chapitre 1 : Tannage des peaux

Dans les peaux de bovins, ovins et caprins, on observe généralement trois régions distinctes en termes de composition et de forme. Cependant, ces irrégularités sont souvent atténuées lors du processus de transformation en cuir. Les peaux de ces animaux peuvent être divisées en trois zones relativement bien délimitées :

- ✚ **le croupon** : La partie de la peau qui couvrait le dos de l'animal jusqu'à la hauteur des membres antérieurs et qui se distingue par son épaisseur uniforme est considérée comme la partie la plus précieuse du cuir final.
- ✚ **le collet** : La partie qui couvrait le cou de l'animal présente une peau d'épaisseur irrégulière, avec une structure plus lâche que celle du croupon, ce qui se traduit par une surface ridée.
- ✚ **Les flancs** : Il s'agit de la zone de la peau qui recouvrait la région abdominale de l'animal. Cette partie présente généralement une structure plus relâchée et creuse que le reste de la peau.[10]

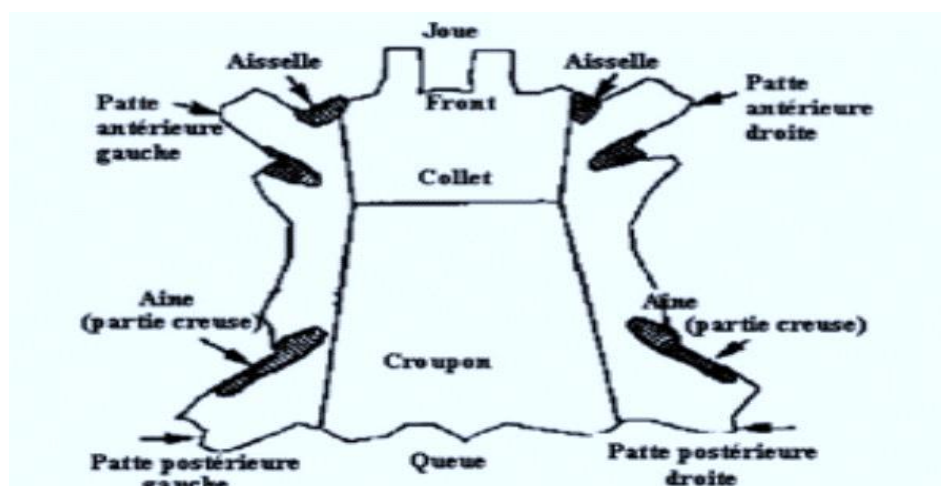


Figure I. 3 : Différentes parties de la peau [10]

### I.3.1- Constitution de la peau des mammifères

La texture de la peau peut varier légèrement d'une espèce animale à l'autre, cependant, dans l'ensemble, on retrouve généralement des similitudes fondamentales.

La peau se compose de trois parties essentielles, allant de la surface extérieure à la face intérieure :

- ✚ Épiderme
- ✚ Derme
- ✚ Tissu sous-cutané

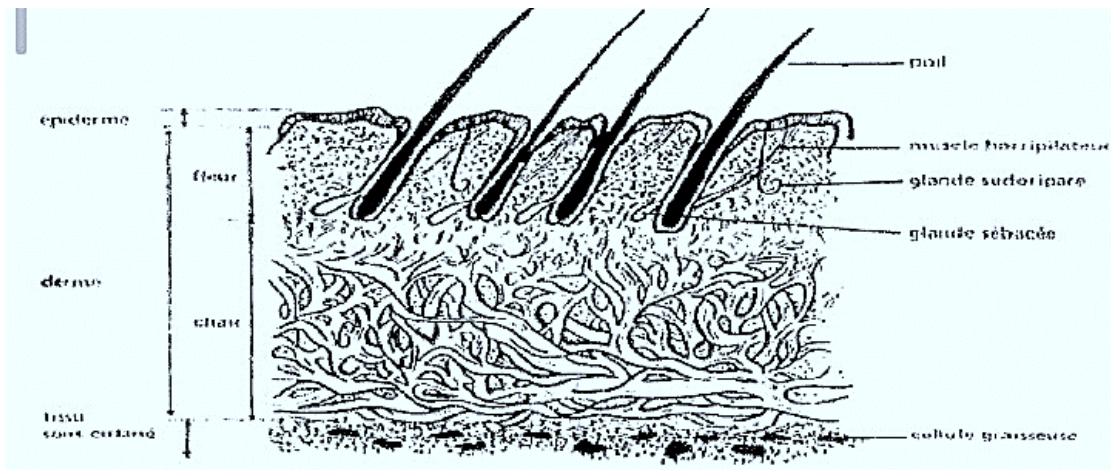


Figure I. 4 : Coupe schématique d'une peau de bovin

- **Épiderme**

L'épiderme de la peau présente un fin rebord en surface, tandis que la partie profonde du derme, appelée bulbe pileux ou follicule pileux, s'étend par endroits. L'épiderme se développe en juxtaposant des cornéocytes, ce qui lui confère une apparence uniforme. Lorsqu'il est agrandi, l'épiderme devient plus visible et distinct.[11]

- **Derme**

Le derme, constituant principal de la peau, subit une transformation qui le fait ressembler à du cuir. Les deux autres parties de la peau sont éliminées, ce qui semble former un feutre plus ou moins fibreux. Il y a deux zones distinctes dans le derme. Tout d'abord, entre l'épiderme et la base du follicule, il présente une texture semblable à un feutre très dense composé de fines fibres. Cette texture du derme est similaire à celle du cuir final. Ensuite, il existe une deuxième zone où le feutre est beaucoup plus épais, atteignant le tissu sous-cutané, et libère des fibres plus épaisses. [11]C'est la partie charnue du derme.

- **Tissu sous-cutané**

Le tissu sous-cutané est une couche de la peau qui relie celle-ci aux tissus musculaires et autres structures animales. Il est composé d'un feutre lâche constitué de longues fibres disposées horizontalement. Ce feutre contient des cellules graisseuses de tailles variables, selon le type. La présence de cette graisse est parfois utilisée pour désigner le tissu adipeux, également connu sous le nom de graisse de la peau.

### I.4- Transformation de la peau en cuir

#### I.4.1-Conservation

Une fois que l'animal est tué, sa peau n'est plus protégée contre le processus de putréfaction. Par conséquent, les bactéries commencent à attaquer la peau et elle se décompose

## Chapitre 1 : Tannage des peaux

---

rapidement. [12]La dépouille ou peau verte contenant 50 à 70% d'eau doit être protégée contre la détérioration causée par la pourriture ou la moisissure. Lorsqu'elle n'est pas utilisée immédiatement, il est important de la conserver dans un environnement où les bactéries ne peuvent pas se développer. En effet, ces organismes nécessitent un taux d'humidité d'au moins 30 à 35% pour prospérer.[3]Afin de préserver la fraîcheur de la peau nouvellement dépouillée et la protéger contre les attaques des micro-organismes, il est essentiel de prendre des mesures appropriées pour prolonger sa durée de stockage. [4]

Les procédés de conservation les plus connus sont :

- + Salage (30de sel par rapport au poids de la peau)
- + Séchage (à l'air de préférence à l'ombre)
- + Séchage/Salage (combinaison des 1et 2) [13]



**Figure I.5\_:** Salage de la peau

### I.4.2-Le travail de rivière

#### I.4.2.1 -Reverdissage /Lavage (trempe)

La trempe, étape initiale du processus de travail du cuir, englobe toutes les étapes de préparation au tannage, à l'exception du picklage. Tout comme le tannage, le picklage est une opération de conservation. La trempe vise à nettoyer et à débarrasser la peau de diverses impuretés telles que les souillures, le fumier, le sang, les microorganismes et les agents de conservation qui y ont été incorporés. De plus, la trempe a pour objectif de restaurer l'aspect de gonflement que la peau avait immédiatement après l'abattage.





**Figure I.6 :** Reverdissage par le Coudreuse

La trempe est un processus utilisé pour traiter les peaux dans le travail de la rivière. Elle implique l'utilisation de l'eau à différentes étapes, mais il est essentiel de l'adoucir en utilisant l'un des procédés connus. Les eaux de surface sont problématiques car elles contiennent des microorganismes qui ont une action protéolytique. La température de l'eau doit être maintenue à un niveau adéquat, ni trop élevée ni trop influencée par les saisons ou l'heure de la journée. Même en été, elle ne doit pas dépasser 20°C, car l'utilisation de peaux vertes introduit de grandes quantités de bactéries dans le processus de trempe.

La trempe proprement dite est précédée d'une première étape de nettoyage, où les peaux passent rapidement dans une cuve remplie d'eau fraîche. Les peaux salées retrouvent rapidement leur couleur naturelle. En général, cela ne prend que trois jours avec deux à trois renouvellements d'eau. Cependant, le processus de trempe des peaux sèches est plus difficile. Si elles étaient traitées avec de l'eau pure, cela nécessiterait un temps de trempe prolongé, ce qui entraînerait un développement important de bactéries et une perte de matière de la peau. Pour cette raison, on ajoute généralement des alcalis à l'eau de trempe, et parfois des acides, mais moins fréquemment. Les électrolytes, par leur action de gonflement, favorisent la réhydratation de la peau. Pendant cette opération, le pH doit être maintenu à 9.

### **I.4.2.2-Le pelanage**

La reformulation est la suivante : Lorsqu'une réaction chimique se produit dans une solution de chaux, il est possible d'utiliser de l'eau pour éteindre le feu. L'eau dissout les produits chimiques, y compris la kératine partielle qui compose l'épiderme et les cheveux. Cela permet de préserver l'intégrité du tissu cutané en évitant toute dégradation. [14]. Si l'action est bien maîtrisée, elle peut avoir un impact significatif sur les caractéristiques physiques du cuir, améliorant sa souplesse et favorisant la réaction entre le collagène dermique et les agents de tannage. Dans presque toutes les tanneries, on utilise différentes variétés de bains de traitement

## **Chapitre 1 : Tannage des peaux**

---

(morts, faibles, actifs) où chaque peau est immergée pendant plusieurs semaines ou mois. Autrefois, cette opération nécessitait beaucoup de temps au 19<sup>ème</sup> siècle, mais Félix Boud a remplacé la chaux par de la soude caustique, réduisant ainsi considérablement le temps requis.[5] Toutefois, la présence de résidus de calcaire a entraîné la formation de dépôts insolubles appelés tannâtes de citron vert, qui perturbent et limitent l'absorption des tanins par la peau du cuir, réduisant ainsi sa souplesse.

### **I.4.2.3- Epilage**

Il s'agit d'une technique d'épilation. Chaque morceau de peau est placé sur un chevalet à côté de la viande, puis avec un couteau émoussé, la surface poilue est grattée. Une fois les poils enlevés, la peau est mise dans l'eau et placée sur un chevalet, où elle est découpée à l'aide d'un couteau bien aiguisé. Les morceaux de viande et de graisse qui sont encore attachés sont retirés de manière circulaire. Cela permet d'éliminer l'épiderme, les bords et les parties de peau indésirables qui ne sont pas liées aux tanins.

### **I.4.2.4-Echarnage**

Une fois que l'épilage et le pèlage des peaux sont terminés, et après le lavage, les peaux sont extraites de la cuve. Parfois, les peaux sont coupées le long de l'épine dorsale pour obtenir deux moitiés, ce qui facilite leur manipulation. Cependant, en général, les peaux restent intactes.

À ce stade du processus, les peaux deviennent lisses, enflent en réaction à l'alcali et deviennent translucides. Après la dépouille, la chair et les tissus restants peuvent être facilement séparés du derme à l'aide d'une écharneuse. Cette étape permet d'obtenir une bande de peau propre, prête à être revendue et préparée pour le tannage. L'écharnage effectué après le chaulage permet également d'éliminer les impuretés et les débris présents dans la couche superficielle de la peau, tout en provoquant un assouplissement général. Cependant, il est possible de réaliser l'écharnage entre le moment où la peau est retirée de la carcasse et sa conservation. Il est également possible de procéder à l'écharnage après le trempage et avant le pelage et l'épilage. Cette opération revêt une importance particulière lorsqu'il s'agit d'éliminer mécaniquement la graisse des peaux très grasses, comme celles des porcs ou des moutons. Dans ces cas, l'écharnage peut même être effectué lors du picklage.[12]





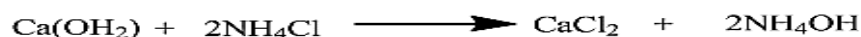
**Figure I. 7** : Etape d'écharnage

### I.4.3-Opérations de tannage

#### I.4.3.1-Déchaulage

Les tripes qui sortent du pelanage ont une alcalinité élevée, atteignant un pH de 12 ou plus, surtout si le pelain a été aiguisé. Ces tripes alcalinisées ne peuvent pas être tannées immédiatement et elles deviennent raides et gonflées. Même pour les cuirs où il n'est pas nécessaire de relâcher fortement la structure fibreuse de la peau et qui, par conséquent, ne doivent pas être soumis au confitage par les enzymes, il est nécessaire d'éliminer l'alcalin.

Les acides organiques tamponnés par l'ammoniaque, tels que l'acide lactique et l'acide glycolique, ainsi que le bisulfite de sodium et les sels d'ammonium, sont utilisés dans le processus de décalaminage en réagissant selon les réactions suivantes :[3]



**Schéma I.1** : réaction de décalaminage

#### I.4.3.2-Confitage

Le confitage est une méthode douce utilisant des enzymes pour nettoyer les peaux et favoriser leur assouplissement, permettant ainsi la production d'un cuir plus souple. Des enzymes spécifiques dérivées de la trypsine pancréatique ou de protéases bactériennes, qui fonctionnent de manière optimale dans des conditions d'acidité généralement présentes lors du déchaulage, sont utilisées pour éliminer les résidus de protéines dégradées. Habituellement, le déchaulage complet et le confitage sont effectués sur les peaux, mais il peut arriver que cette procédure soit limitée à la partie externe des peaux afin de produire des cuirs très fermes.

## Chapitre 1 : Tannage des peaux

---

Parfois, après le déchaulage et le confitage, la fleur (surface supérieure) des peaux de moutons est nettoyée manuellement ou à l'aide d'une machine. Cette opération, connue sous le nom de décrassage, consiste à éliminer les racines des poils, la pigmentation et les résidus de protéines de la peau, aboutissant ainsi à une fleur très propre.[12]

### I.4.3.3-Picklage

Après le processus de déchaulage et de confitage, les peaux deviennent légèrement alcalines, avec un pH d'environ 8,5. Cependant, la plupart des méthodes de tannage nécessitent des peaux modérément acides. Si ces conditions ne sont pas respectées, l'agent de tannage peut se fixer rapidement à la surface de la peau sans pénétrer au cœur du matériau. Les niveaux d'acidité et les valeurs de pH requis varient selon les techniques de tannage utilisées. Par conséquent, les peaux sont prétraitées dans une opération appelée picklage. Cette étape consiste généralement à utiliser de l'acide sulfurique et de l'acide formique pour garantir un processus de tannage contrôlé. Du sel couramment utilisé est également ajouté pour empêcher les peaux de gonfler dans cet environnement acide. Le picklage est généralement effectué dans des foulons, bien que les peaux de moutons destinées à conserver leur laine et les fourrures soient traitées dans des coudreuses afin d'éviter le feutrage des poils. Grâce à des systèmes de picklage très acides, les peaux de moutons peuvent être conservées pendant de longues périodes. Elles sont parfois même vendues dans cet état.[12]

### I.5-Tannage et tannins

En général, les agents de tannage sont des substances utilisées dans le but de protéger le cuir. Leur fonction principale est de transformer les protéines présentes dans la peau en des produits insolubles et résistants à la décomposition organique.

#### I.5.1-Mécanisme du tannage

Le collagène, qui est une substance présente dans la peau, est constitué d'une succession d'acides aminés disposés comme les maillons d'une chaîne.

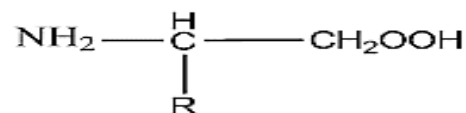
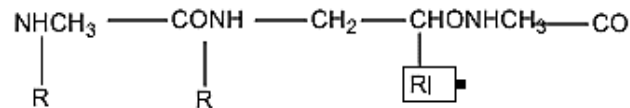


Schéma. I.2 : Mécanisme du tannage

## Chapitre 1 : Tannage des peaux

---

Le collagène est composé d'environ 20 types d'acides aminés différents, qui se distinguent par leur radical R. Les acides aminés se lient entre eux par la formation d'amides, grâce à la réaction entre le groupe NH d'un acide aminé et le groupe COOH d'un autre acide aminé.



**Schéma I.3** : réaction de dégradation du collagène

Le tannage implique la réticulation des chaînes de collagène de la peau à l'aide de tanins. Ce processus entraîne une modification des fibres de collagène, les rendant moins susceptibles de se dilater ou de se contracter en réaction à l'absorption ou au rejet d'eau. En conséquence, la peau devient plus stable aux variations de température et plus résistante à la moisissure et aux réactions chimiques

Il existe divers produits et mécanismes utilisés pour la réticulation par le tannage. Voici les principales distinctions :

- ✚ Tanins minéraux avec au chrome, zirconium et aluminium
- ✚ Tanins végétaux
- ✚ Tanins synthétiques
- ✚ Tanins à base de l'aldéhyde [1]

### I.5.2-Tannage au chrome

Le tannage au chrome est un procédé courant, rapide et flexible, offrant une grande adaptabilité. Les cuirs traités au chrome peuvent être facilement modifiés pour répondre aux besoins spécifiques de leur utilisation. Ils peuvent être transformés en cuir pleine fleur, cuir poncé, velours ou nubuck. Pratiquement tous les types de cuir utilisés dans l'industrie du vêtement, de la ganterie, de l'ameublement, ainsi qu'une grande partie des articles de maroquinerie et des valises, sont actuellement tannés au chrome.

#### Réaction chimique

Lors du tannage au chrome, -CO- , les groupes -OH des chaînes protéiques et des sels de chrome sont formés liaison hydrogène par la réaction suivante. [17]

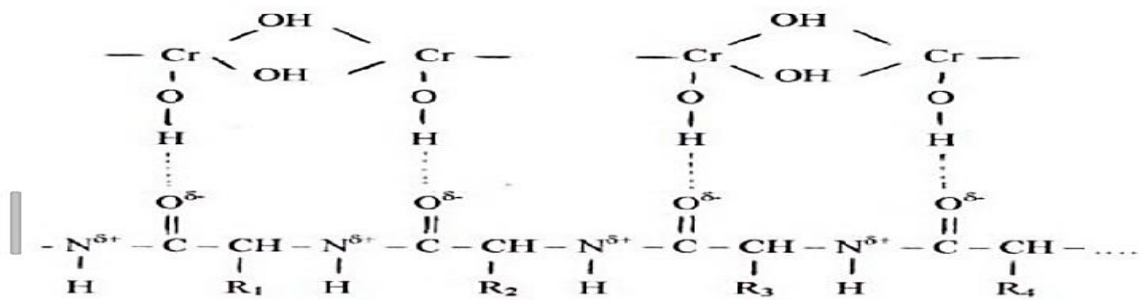


Schéma I.4 : Réaction chimique du tannage de chrome

Des composés très stables se forment pendant le tannage probablement causé par la liaison du chrome au collagène Lien de coordination, type non labile :

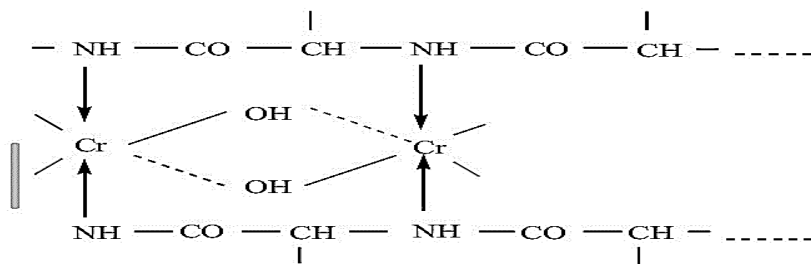


Schéma I.5 : mécanisme de transformation chrome au collagène

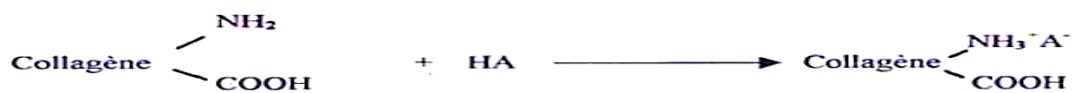
### I.5.3-Tannage avec les extraits végétaux

Les tanins végétaux peuvent être utilisés directement sous forme de matériaux fragmentés contenant du tanin, ou bien sous forme d'extraits. Les concentrations de tanin dans différentes plantes varient considérablement en fonction de la variété, de la région, de l'année de récolte. Le pourcentage de produits totaux solubles (composés de tanins et de non-tanins) constituant des substances tannantes peut varier, et plus ce pourcentage est élevé, plus le ratio entre les tanins et les non-tanins est favorable.[3]

#### Réaction chimique

Deux réactions ont lieu dans le tannage végétal :

Les tanins végétaux et le collagène réagissent le long de la chaîne polypeptidique grâce à une liaison hydrogène formée entre les groupements phénoliques des tanins végétaux et les groupes CO-NH des chaînes. Cette réaction se déroule selon le schéma suivant :



**Schéma I.7** : réaction chimique de tannage végétal

### I.5.4-Tannage à huile

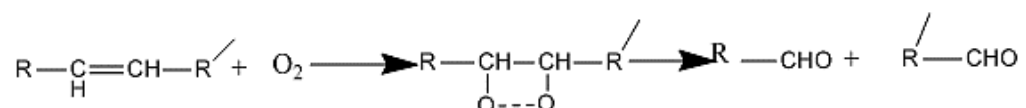
Dans le processus de tannage à l'huile, l'étape qui précède le tannage est similaire à celle du tannage végétal, mais elle est suivie d'un détartrage complet. Ensuite, la peau est enduite d'huile marine provenant de poissons tels que le cabillaud, le requin, la baleine ou le phoque. Une fois l'huile bien appliquée, la peau est pelée dans un foulon pendant environ 3 heures jusqu'à ce qu'elle prenne une apparence savonneuse et glissante.[17]

Après avoir été retirés du tambour et empilés les uns sur les autres, les articles sont soigneusement couverts pour éviter tout contact avec l'environnement extérieur. Suivant, la peau est remise dans le déambulateur et saupoudrée de pétrole. Trois heures plus tard, nous procédons à une autre étape, consistant à mélanger un kilogramme d'huile de foie de morue avec trois kilogrammes de savon que nous avons fabriqués, puis à les dissoudre dans dix litres d'eau chaude.

Ensuite, les peaux sont pelées et séchées dans un endroit sombre et très chaud, afin de les préparer. Après quelques heures, elles sont plongées dans de l'eau bouillante pour enlever l'excès d'huile. Ensuite, les peaux sont étirées dans toutes les directions et rincées à l'eau chaude. Elles sont ensuite suspendues au soleil pendant un certain temps pour sécher. Pour terminer l'opération, une graisse animale est appliquée du côté viande des peaux.

### Réaction chimique

Selon figure [18] l'ingrédient actif se trouve dans les huiles de bronzage Acides gras insaturés contenus dans l'huile. Il admet. Certaines liaisons éthylène peuvent être remplacées par de l'oxygène Air après les réactions suivantes :



**Schéma I.8** : réaction chimique de tannage d'huile



**Figure I.8 :** Foulons de tannage

### **I.6-Neutralisation**

Ce procédé implique la teinture et le retannage du cuir, ainsi que sa relaxation. Au cours de cette première étape d'un traitement souvent complexe, un alcali doux est ajouté au cuir afin de réduire son acidité moyenne (pH).

Dans les étapes suivantes, cela permet une pénétration en profondeur des ingrédients actifs et des produits chimiques réactifs dans la structure du cuir. De plus, la réactivité du cuir peut être modifiée par l'utilisation d'agents masquant et de produits spéciaux tels que le formiate. Ces substances spéciales, également connues sous le nom de "synthase auxiliaire", possèdent une petite taille moléculaire.

Ces procédés de teinture, de retannage, de relaxation et de modification de la réactivité du cuir sont couramment utilisés pour obtenir des propriétés spécifiques et des caractéristiques souhaitées dans le matériau final.[12]

### **I.7-Teinture**

Le cuir est un matériau dense constitué de fibres épaisses. Sa teinture peut se faire en surface ou pénétrer plus ou moins profondément à travers le cuir. Lorsqu'une teinture est appliquée uniquement à l'extérieur, on peut souhaiter teindre seulement une des surfaces, soit le côté fleur, soit le côté chair. Il est également important de prendre en compte les différentes exigences de solidité. En général, la solidité de la teinture du cuir est inférieure à celle des textiles, car certaines variétés de cuir ont leurs propriétés de solidité limitées par les tanins et les agents de nourriture utilisés. C'est pourquoi il est courant d'appliquer un apprêt, une couche de couleur couvrante ou un vernis sur le cuir après la teinture, afin d'améliorer sa résistance. Si la teinture doit être effectuée des deux côtés du cuir, elle est généralement réalisée dans un tonneau, parfois à l'aide d'un dévidoir. Pour teindre uniquement la surface habituellement appelée "fleur", on utilise une brosse ou une pulvérisation de la solution de colorant.[3]



### I.8- Colorants

Il existe différents types de colorants utilisés dans l'industrie du cuir. Parmi eux, les colorants anioniques sont les plus couramment utilisés. Il y a aussi les colorants acides et les colorants directs. Les colorants acides sont utilisés pour la pénétration et les colorants de surface, tandis que les colorants directs offrent une résistance caractéristique. Il y a également les colorants métallisés qui offrent une bonne résistance à la lumière. Ces colorants permettent aux tanneurs de teindre avec précision et de reproduire les couleurs demandées par les clients.

Le processus de teinture peut varier, mais généralement le colorant peut être ajouté au réservoir de teinture sous forme de poudre dissoute ou sèche. Une boîte de teinture est utilisée pour cela. La teinture est réalisée après que le cuir a été neutralisé ou soumis à un retannage approprié. Un ou plusieurs ajouts de colorants peuvent être effectués en fonction de l'intensité de la couleur souhaitée. Les colorants sont généralement fixés par acidification ou en utilisant un fixateur spécial.

Parfois, des pigments bon marché sont ajoutés pour obtenir des couleurs centrées sur le cuir noir et blanc. Il existe également des colorants spéciaux disponibles pour teindre la peau de mouton, la laine et la fourrure. [12]

### I.9- Séchage

Pour obtenir un cuir bien équilibré, il est important d'harmoniser les techniques de séchage utilisées ainsi que les opérations mécaniques associées avec celles utilisées lors des étapes précédentes. Les facteurs suivants doivent être pris en compte :

Un séchage rapide aura tendance à donner un produit plus dur, lorsqu'un séchage lent donnera un cuir plus souple et plus doux. Plus le cuir sera soumis à une forte tension au séchage, plus il sera ferme.

Plus le cuir soumis à une compression importante (avant ou pendant séchage), plus le cuir sera ferme.

Plus les opérations de séchage menées avec douceur, meilleure sera la cassure de la fleur.

Plus la tension est longue pendant le séchage, plus le gain en surface est important.[12]

### I.10 -Finissage

Le processus de finition du cuir, dans son sens large, englobe toutes les opérations visant à donner au cuir l'apparence souhaitée. Cela comprend le blanchiment, le graissage de la surface, l'application d'une couche de préparation, l'application d'une couleur couvrante, l'application de vernis, l'ajout de couches artificielles de fleur, ainsi que des traitements mécaniques tels que le laminage, le crêpelage, le polissage, le martelage, le repassage, l'impression d'un motif de fleur, le pluchage, et bien d'autres encore.[3]



**Figure I.9** : Etape de finissage

### I.11-Produit chimique utilisées par la tannerie

Phase de Production	Produits chimiques utilisés	Quantités journalières
<b>Rivière</b>	-Sulfure de sodium -Chaux hydratée -Mouillantes (polyxol)	600kg/j 700-500kg/j 10-15 kg/j
<b>Tannage et retannage</b>	-sulfate de chrome -acide sulfurique -acide formique -sulfate d'ammonium -bicarbonate de sodium -carbonate de sodium -Formiate de sodium - les huiles (végétales et synthétiques) -tanins (végétales et synthétiques) colorants	1200-1500 Kg/j 200-220 Kg/j 145-150 Kg/j 500 Kg/j 200 Kg/j 400-500 Kg/j 200 Kg/j 500 Kg/j
<b>Finissage</b>	-Pigment - Résines -Laque -Diluants	40 Kg/j 140 Kg//j 60-80 Kg/j 14-20 Kg/j

**Tableaux I.1** : Produit chimique utilisées par la tannerie

## Chapitre 1 : Tannage des peaux

### I.12- Avantages et inconvénient des systèmes de tannage [19]

Système de tannage	Avantages	Inconvénient
<b>Sulfate de chrome</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Bon marché</li> <li>-Bonne qualité</li> <li>-temps de procédé rapide</li> <li>-très bonne stabilité dans le temps</li> <li>- polyvalence du cuir obtenu.</li> <li>-Il améliore la plénitude de la peau et la fermeté de ses cotés fins et de sa surface externe.</li> <li>-Il donne à la peau une teinte bleue qui la distingue des autres cuirs. 2</li> <li>-La peau gagne en douceur.</li> <li>-La peau gagne en vitalité, luminosité et éclat.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La peau prend une couleur terne.</li> <li>-Déchets de cuir contenant un métal.</li> </ul>
<b>Tanins végétaux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dureté</li> <li>-Grande résistance à l'impact de l'eau.</li> <li>-Il est utilisé dans tous les types de cuir, ainsi que les cuirs lourds, en particulier pour le cuir utilisé dans la fabrication de semelles de chaussures.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rétraction cutanée</li> <li>Dureté au séchage</li> <li>Couleur pale</li> <li>Taches noires si contact avec du fer.</li> <li>Mauvaise tenue à la lumière.</li> <li>Colorations vives difficiles.</li> </ul>
<b>Tanins synthétiques Aromatiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- la flexibilité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Coloration vive difficile.</li> <li>-Mauvaise tenue à la lumière.</li> </ul>

## Chapitre 1 : Tannage des peaux

<p><b>Tannage aux huiles naturelles</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Élimine les mauvaises odeurs</li> <li>-Facile de préparer</li> <li>-Faibles couts</li> <li>-Il se caractérise par sa douceur en raison de sa teneur en matière grasses.</li> <li>-Leurs peaux sont résistantes à l'eau.</li> <li>-Il empêche la peau de coller ensemble.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Le visage de la peau comprend quelques défauts structurels.</li> <li>-Toucher sensible grâce au grain irrégulier.</li> </ul>
<p><b>Sels de phosphonium</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pas d'éléments minéraux dans le cuir.</li> <li>-Épuration des effluents de procédé facilitée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cout très élevé.</li> <li>-Nécessite un retannage important.</li> </ul>

**Tableaux I.2 :** Les avantages et inconvénient des systèmes de tannage

### I.13-Traitement d'eau de tannage

#### Exemple de : Algérienne des cuirs et dérivés –BATNA-

Les processus chimiques utilisés dans la fabrication du cuir se déroulent généralement en présence d'eau, ce qui entraîne une pollution de l'eau ainsi que la production de déchets solides provenant des traitements mécaniques appliqués aux peaux et au cuir.

Pour un développement durable, la préservation de notre environnement est un souci capital, pour cela MEGA donne une grande importance aux traitements de tous les déchets issus de cette industrie.

**I.13.1 -Déchets solide :** une convention a été signée avec le **CET de la wilaya de Batna** pour l'enfouissement de tous les déchets solides (rognures, carnasse, déchets de laines, boue grossière).

Les déchets de cuir fini sont traités végétalement au profit de **l'ERIS/Sériana**

**I.13.2-Eaux résiduaires :** l'unité dispose d'une station de traitement des eaux résiduaires, depuis 1989, la capacité actuelle est de 300 m<sup>3</sup>/jr.

Les installations des traitements des eaux résiduaires éliminent la plupart des composés toxiques.

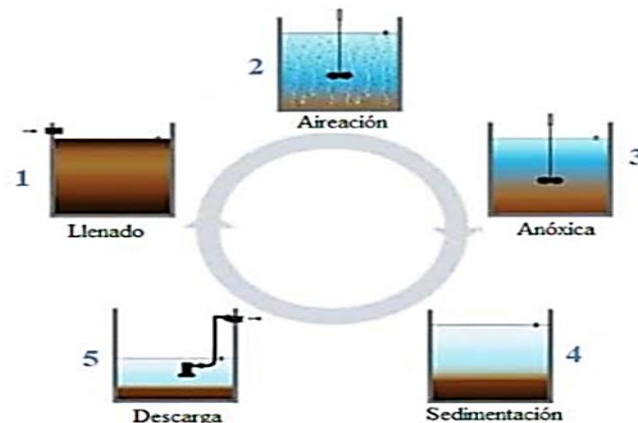
## Chapitre 1 : Tannage des peaux

**I.13.3-Traitement primaire** : dégrillage, dessablage, flottation et neutralisation.

**I.13.4-Traitement physico-chimique** : coagulation, floculation, précipitation et filtration.

**I.13.5-Traitement des boues** : désulfuration, par oxydation catalytique.

Un traitement primaire d'homogénéisation suivi d'une flottation, coagulation, floculation pour récupérer la boue.



**Figure I.10 : traitement d'eau dans usées des tanneries**

### I.14-Conclusion

La tannerie joue un rôle essentiel dans l'économie de plusieurs pays développés du bassin méditerranéen, tels que la Turquie, l'Italie, l'Espagne, ainsi que dans des pays comme l'Inde et la Chine. Cette industrie fournit un matériau précieux et largement utilisé dans divers secteurs. Le cuir est une matière première de grande valeur, qui joue un rôle central dans de nombreuses applications.

En 2006, l'Algérie était classée à la 28ème position parmi les 30 principaux pays producteurs, avec une production de 8,5 millions de mètres carrés. Notre étude porte sur la Mégisserie Aurassienne, située dans la wilaya de BATNA. Cette mégisserie a une capacité de production moyenne de 3500 à 4500 peaux par jour. La fabrication des cuirs implique une série d'opérations chimiques et mécaniques, générant une consommation d'eau de 30 à 35 mètres cubes d'eau résiduaire par tonne de peau brute, ainsi que l'utilisation de produits chimiques importants. Dans le prochain chapitre, nous examinerons les répercussions négatives de l'absence de traitement des eaux résiduaires de la tannerie sur l'environnement.

### Référence Bibliographique

- [1]-Fiche technique, Elaboration d'un cuir pour maroquinerie sur caprin. (1987). L'EPE/SPA MEGA BATNA.
- [2]-Li, S., Li, J., Yi, J., & Han, Z. (2010). Cleaner beam house processes trial on cattle sofa leather. *Journal of Cleaner Production*, 18, 471-477.
- [3]-Otto, G. (1969). Drying. In Gerhad Otto, Ludwigshafen, *Chimie organique* (p. 205). EDITIONS EYROLLES Boulevard saint-Germain-PPARIS-Ve.
- [4]-Fiche technique, Elaboration d'un cuir pour maroquinerie sur caprine. (1987). L'EPE/SPA MEGAA BATNA.
- [5]-Gansser, A. (Dr). (n.d.). Evolution du tannage primitif. *Cahier Ciba*, 34, 1153-1184.
- [6]-Li, S., Li, J., Yi, J., & Shan, Z. (2010). Cleaner beam house processes trial on cattle sofa leather. *Journal of Cleaner Production*, 18, 471-477.
- [7]-Lofrano, G., Meriç, S., Emel Zengin, G., & Orhon, D. (2013). Chemical and biological treatment technologies for leather tannery chemicals and wastewaters: A review. *Science of the Total Environment*, 461-462, 265-281.
- [8]-Food and Agriculture Organization of the United Nations. (201-). [Veillez fournir les informations manquantes].
- [9]-Centre d'Activités Régionales pour la Production Propre. (2000). [Veillez fournir les informations manquantes].
- [10]-Association des Recherches des Industries de Cuir et Annexes. (2006). *Manuel des Bonnes Pratiques dans le Secteur du Tannage de la Région du Maghreb* (Édition Maroc, Janvier 2006).
- [11]-Gobeaux, F. (2007). Phases denses de collagène de type I : Transition isotrope / cholestérique fibrillogenèse et minéralisation.
- [12]-Daniels, R. (2002-2003). Back to Basics. *World Leather*, 15(2) to 16(2).
- [13]-Fiche technique. (1983). L'EPE/MEGA BATNA.
- [14]-Piersat, J. (1942). *Voyage au pays du cuir*. Paris edition, 14-27.
- [15]-Stather, F., & Herfeld, H. (1945). *Angew. Chem.*Ausg.A58, 68.

## Chapitre 1 : Tannage des peaux

---

[16]-Le Goff, J. (n.d.). Métiers licites et métiers illicites. In Pour un autre moyen Age. Paris: Gallimard.

[17]-Méthode artisanale de tannage. (n.d.). Préparé par la sous-division du génie rural. Division de la mise en valeur des terres et des eaux, FAO, 62-84, 127-128, 183-192

[18]-Meunier, L. (1943). Traité de chimie organique (Vol. 22, p. 475-513).

[19]-Degache, É., & Hans, A.-L. (2006, janvier). Le cuir : chimie, mécanique et sensualité. L'Actualité Chimique. Email: veronique.rataj@univ-lille1.fr.



## **CHAPITRE 2 :**

**Rôle de l'électromécanique  
dans l'industrie  
du cuir**

## Chapitre 2 : Rôle de l'électromécanique dans l'industrie du cuir

---

### II.1-Introduction

Le rôle électromécanique dans la fabrication du cuir joue un rôle crucial dans la transformation de la peau brute en un matériau polyvalent, durable et attrayant qu'est le cuir. Grâce à des machines spécialisées, le processus de traitement et de transformation de la peau en cuir organique en cuir artificiel est rendu possible.

L'une des étapes essentielles de ce processus est le tannage, qui confère au cuir ses propriétés caractéristiques telles que la durabilité, la souplesse, la résistance à l'usure et la capacité à résister aux agents biologiques tels que les moisissures et les bactéries. C'est grâce aux machines électromécaniques que le tannage est effectué de manière efficace et précise, assurant ainsi la qualité et les caractéristiques souhaitées du cuir.

Une autre innovation électromécanique importante dans la fabrication du cuir est l'utilisation de machines à dépouiller mobiles. Ces machines permettent d'éliminer les débris et les impuretés de la peau, minimisant ainsi les dommages et les altérations subis par celle-ci. Grâce à cette technologie, il est possible d'obtenir un cuir de qualité intact, sans endommagement, ce qui améliore considérablement sa valeur et son attrait sur le marché.

### II.2-Coudreuse

#### II.2.1-Définition de machine Coudreuse

C'est une bassine en bois au milieu de laquelle se trouve une poulie reliée entre ses deux extrémités à un axe relié à un moteur électrique dans le but de faire tourner les peaux à nettoyer des sels pendant la période de stockage.[1]



**Figure II .1 : Coudreuse [1]**

### II.2.2-Principe de fonctionnement de la Coudreuse

Une machine Coudreuse, également appelée machine à coudre industrielle, est utilisée dans l'industrie du cuir pour coudre les différentes parties d'un article en cuir, comme les coutures de sacs, de chaussures, de ceintures, etc. Voici le principe de fonctionnement général d'une machine Coudreuse :

**- Préparation de la machine :** Avant de commencer à coudre, la machine Coudreuse est préparée en enfilant le fil à coudre dans l'aiguille et en préparant la bobine de fil inférieur. Les réglages nécessaires tels que la longueur de point et la tension du fil sont également ajustés en fonction des besoins spécifiques.

**-Positionnement de la pièce à coudre :** La pièce en cuir est placée sous le pied presseur de la machine Coudreuse, qui maintient fermement la pièce en place pendant la couture. La machine peut être équipée de différents types de pieds presseurs en fonction du type de couture requis.

**-Activation de la machine :** Une fois que la pièce en cuir est positionnée correctement, la machine est activée, généralement en appuyant sur une pédale ou en utilisant des commandes électroniques. Lorsque la machine est activée, l'aiguille commence à se déplacer verticalement.

**-Pénétration de l'aiguille :** L'aiguille descend et pénètre dans le cuir, créant un trou pour passer le fil à travers. L'aiguille est munie d'un crochet ou d'un dispositif de boucle qui capture le fil inférieur et le tire à travers le cuir.

**-Formation des points de couture :** L'aiguille continue de se déplacer, créant une boucle avec le fil supérieur. Le crochet attrape ensuite le fil inférieur et le passe à travers la boucle du fil supérieur, formant ainsi le point de couture. Ce processus se répète continuellement en créant une ligne de points de couture réguliers.

**-Avancement de la pièce :** Pendant que la couture progresse, la pièce en cuir est continuellement avancée grâce à un mécanisme d'alimentation. Ce mécanisme peut utiliser des griffes d'alimentation ou d'autres dispositifs pour tirer la pièce en cuir de manière régulière, permettant ainsi une couture continue.

**-Fin de la couture :** Une fois que la couture est terminée, la machine Coudreuse est désactivée et la pièce en cuir est retirée. Les fils sont coupés et noués pour terminer la couture.[2]

### II.2.3-Cas pratique de machine Coudreuse

Il est utilisé pour nettoyer le cuir des sels utilisés pour le conserver pendant la période de stockage, car il est placé dans la Coudreuse et pour se débarrasser des impuretés et de la saleté à préparer pour l'étape de tannage.

**-Nettoyage en profondeur :** La machine à nettoyer le cuir est utilisée pour éliminer la saleté, la poussière, les taches et les résidus accumulés sur le cuir. Elle utilise des techniques de nettoyage spécifiques adaptées au cuir pour restaurer sa propreté et son aspect d'origine.[3]



Figure II.2 : nettoyage de peau [3]

### II.3-Foulon

#### II.3.1-Définition de foulon

Le tambour est un mécanisme largement utilisé dans l'industrie du tannage du cuir. Il s'agit d'un grand conteneur étanche à l'eau où les peaux sont traitées à différents stades de bronzage. Cette machine est souvent comparée à une machine à laver géante et partage le même nom que les anciens équipements utilisés dans l'industrie textile pour le foulage des textiles.

Son développement remonte au début du XXe siècle, où il a été créé dans le but d'accélérer le processus de bronzage. Les tambours peuvent être construits à partir de divers matériaux tels que le bois, l'acier inoxydable ou le polypropylène. Grâce à la rotation du tambour, les peaux sont écrasées, frottées et courbées, ce qui favorise une absorption plus rapide des composés chimiques utilisés dans le processus de bronzage. Cette action mécanique permet d'améliorer l'efficacité du traitement des peaux.[3]



**Figure II.3 :** foudron [3]

### II.3.2-Principe de fonctionnement de foudron

Sur la base de cuir traditionnel en bois de décisions, à tambour rotatif l'équipement ajouté un Y en acier inoxydable en forme de structure et le système de circulation de liquide et système informatique pour le contrôle entièrement automatique. Ainsi l'équipement a les caractéristiques suivantes :

-Structure en forme de Y sépare l'équipement en trois parties et réduit le déplacement de l'espace pour le cuir. Lorsque le cuir se déplace vers la partie inférieure, de réduire considérablement la situation de non-uniformité de la pénétration des matières chimiques en raison d'inter twi Sting du cuir dans le liquide. Lorsque le cuir se déplace vers la partie supérieure et complètement hors du liquide, le cuir et la séparation d'administration va battre les uns les autres en raison de la rotation du tambour, donc amélioré le pouvoir de pénétration et la réduction de la technique de temps.

-L'intérieur en acier inoxydable lisse ne sera pas lacérâtes la surface du cuir, et de la coque en bois à l'extérieur permettra de conserver la chaleur à l'intérieur du tambour et grandement réduit la consommation énergétique. Il est bon pour la protection environnementale

-Système de contrôle de l'ordinateur est équipé d'automatisation pleinement, de sorte qu'il a réalisé l'ajout d'eau automatique, automatique, automatique thermostatique de matériau et de décharge automatique de l'eau, etc.

## Chapitre 2 : Rôle de l'électromécanique dans l'industrie du cuir

-L'équipement, étant donné que séparés en trois parties égales, la rotation de l'alimentation est même à l'intérieur en cuir et le tambour sera imbibé à son tour, elle peut ainsi réduire considérablement le ratio de liquide, de sorte que la capacité de chargement peut être 2 ou 3 fois de la même taille tambour traditionnel en bois. La consommation de l'eau et de puissance peut être économisée environ 50 %, l'homme et le temps d'alimentation sont également réduites en conséquence. [3]



**Figure II.4 :** Principe fonctionnement de froulon [3]

### II.3.3-Cas pratique de froulon

Le froulon, également connu sous le nom de tambour de fraisage à sec, est un équipement utilisé dans le domaine du tannage du cuir. Contrairement au tambour de bronzage dont nous avons parlé précédemment, le froulon est utilisé pour un processus de fraisage à sec, où l'eau n'est pas utilisée. Le froulon est une machine munie d'un tambour rotatif dans lequel les peaux de cuir sont placées avec des charges abrasives, telles que des morceaux de bois, des cailloux ou des billes d'acier. Lorsque le tambour tourne, les charges abrasives entrent en contact avec les peaux, créant ainsi un frottement et un mouvement de cisaillement. Cela permet d'éliminer les impuretés, les poils résiduels et de rendre le cuir plus souple et plus doux. En plus de son utilisation dans le tannage du cuir grâce à des produits chimiques

Il convient de noter que le froulon est souvent utilisé en complément d'autres étapes du tannage du cuir, telles que le reverdissage, le tannage proprement dit et le finissage. Il est essentiel de choisir la bonne combinaison de charges abrasives et de paramètres de traitement pour obtenir les résultats souhaités en fonction du type de cuir et de ses spécifications finales.

Le froulon est donc un élément clé dans le processus de fabrication du cuir, contribuant à son nettoyage, son adoucissement et à l'amélioration de ses caractéristiques physiques. [3]

### II.4- Machine de déligneuse

#### II.4.1-Définition de la déligneuse

La machine délignieuse, également connue sous le nom de machine à déligner ou machine à écharner, est utilisée dans l'industrie du cuir pour enlever la partie supérieure et inférieure de la peau, appelée l'épiderme et le derme, respectivement. Cette machine est principalement utilisée lors du processus de tannage pour préparer la peau brute avant de la transformer en cuir. [4]

#### II.4.2-Principe de fonctionnement de La machine délignieuse

Le principe de fonctionnement de la machine délignieuse est relativement simple. Voici les étapes générales du processus :

**-Chargement de la peau :** La peau brute est placée sur la table de la machine délignieuse, prête à être traitée.

**-Réglage des couteaux :** Les couteaux de la machine sont ajustés en fonction de l'épaisseur souhaitée pour le délignage. Cela permet de déterminer la quantité de peau à enlever.

**-Passage de la peau :** La peau est alimentée dans la machine, où elle passe entre les couteaux. Les couteaux tranchants se déplacent le long de la peau et enlèvent uniformément l'épiderme et le derme.

**-Contrôle de la vitesse et de la pression :** La vitesse de déplacement des couteaux et la pression exercée sur la peau sont ajustées en fonction du type de peau et des spécifications de délignage.

**-Élimination des déchets :** Les parties de peau enlevées, l'épiderme et le derme, sont collectées et éliminées, tandis que la peau délinée continue de progresser dans le processus.

**-Inspection de la peau délinée :** Une fois la peau délinée, elle est inspectée pour s'assurer de la qualité du délignage. Toute imperfection ou partie non désirée restante peut être éliminée manuellement.

**-Sortie de la peau délinée :** La peau délinée est ensuite évacuée de la machine, prête à être traitée davantage dans les étapes suivantes du processus de tannage.[5]

Le principe de fonctionnement de la machine délignieuse est relativement simple. Voici les étapes générales du processus :



### II.4.3- Cas pratique de la machine déligneuse

Avant d'effectuer le déchargement de la machine, vérifier qu'elle est bien accompagnée des documents devant être fournis obligatoirement et qu'elle comporte le marquage CE ainsi que sa plaque signalétique. Dans le cas d'une machine d'occasion, éventuellement dépourvue d'une notice, il convient de prendre en compte les conseils et dispositions ci-après : • utiliser les dispositifs de levage mis en place par construction sur le matériel, qui doit :

- ✚ soit être muni d'accessoires permettant la préhension par un moyen de levage.
- ✚ soit être conçu de manière à permettre l'équipement de tels accessoires. [6]



**Figure II.5 :** la déligneuse

### II.5-Machine écharneuse

#### II.5.1-Définition de machine écharneuse

Une écharneuse est une machine utilisée pour enlever les poils et les fibres restantes sur les peaux après le processus de délitage. Après le délitage, qui consiste à enlever graisse les poils, la peau peut encore contenir des résidus indésirables tels que des poils, des tissus conjonctifs ou des fibres. L'écharneuse est spécifiquement conçue pour éliminer ces résidus et préparer la peau pour les étapes suivantes du processus de tannerie, comme le tannage et le conditionnement

Consiste à retirer les résidus de chair, de graisse et de muscles qui peuvent encore adhérer aux peaux après l'étape du dépeçage. Cette opération permet de préparer les peaux pour les étapes ultérieures du processus de tannage.[7]



**Figure II.6 :** écharneuse [7]

### II.5.2-Principe de fonctionnement de l'écharneuse

L'écharneuse est une machine utilisée dans le processus de tannage des peaux pour enlever les poils restants de la surface des peaux. Voici le principe de fonctionnement général d'une écharneuse :

**-Préparation des peaux :** Avant d'être introduites dans l'écharneuse, les peaux sont généralement préparées en étant préalablement trempées et débarrassées des impuretés telles que la saleté et la graisse.

**-Introduction des peaux :** Les peaux sont placées sur une surface de travail de l'écharneuse. La machine est équipée de différents dispositifs de maintien qui assure les peaux sont maintenues fermement en place pendant l'opération d'écharnage.

**-Rotation des couteaux :** L'écharneuse est équipée de couteaux rotatifs spécialement conçus pour couper les poils de la surface des peaux. Les couteaux sont actionnés par un moteur électrique ou un système d'entraînement mécanique qui leur donne une rotation rapide et continue.

**-Passage des peaux :** Les peaux sont progressivement avancées sur la surface de travail de l'écharneuse. Elles sont généralement déplacées grâce à un système de convoyeur ou à une alimentation mécanique qui permet un mouvement régulier et contrôlé.

## Chapitre 2 : Rôle de l'électromécanique dans l'industrie du cuir

**-Contact avec les couteaux :** Pendant que les peaux passent sur la surface de travail, elles entrent en contact avec les couteaux rotatifs. Les couteaux coupent les poils de la peau grâce à leur rotation rapide et à leur action tranchante. Les poils sont ainsi détachés de la peau.

**-Collecte des poils :** Les poils coupés sont collectés et éliminés de la machine, généralement à l'aide d'un système de collecte intégré ou d'un dispositif séparé. Cela permet de maintenir la propreté de l'écharneuse et de faciliter le traitement ultérieur des peaux [8]



**Figure II.7 : l'écharneuse [8]**

### II.5.3-Cas pratique d'écharneuse

L'écharnage est une opération mécanique qui élimine le tissu sous-cutané. On utilise une machine appelée « écharneuse ». Les lames du cylindre de la machine coupent le tissu sous cutané qui tombe en lambeaux sous la machine et constitue les « carnasses », sous-produit encombrant dont il faut se débarrasser

L'utilisation d'une machine écharneuse permet d'automatiser et d'améliorer l'efficacité de l'étape d'écharnage dans la tannerie. Elle garantit un enlèvement efficace des résidus et contribue à la production de peaux propres et prêtes pour la transformation ultérieure.[8]

### II.6-Essoreuse

#### II.6.1-Définition Essoreuse

Une essoreuse, dans le contexte de la fabrication du cuir, est une machine utilisée pour éliminer l'excès d'eau des peaux après les différentes étapes de trempage, rinçage ou coloration. L'essorage est une étape importante dans le processus de fabrication du cuir, car il permet de réduire le temps de séchage et d'obtenir une teneur en eau uniforme dans les peaux avant de passer aux étapes suivantes.

## Chapitre 2 : Rôle de l'électromécanique dans l'industrie du cuir

L'essoreuse est généralement composée d'un tambour rotatif qui peut être incliné ou vertical. Les peaux sont placées à l'intérieur du tambour, qui tourne à grande vitesse. Lorsque le tambour tourne, la force centrifuge qui en résulte fait éjecter l'eau présente dans les peaux vers l'extérieur du tambour. Cela permet de séparer efficacement l'eau des peaux.

Certains modèles d'essoreuses peuvent également être équipés de dispositifs supplémentaires tels que des brosses ou des raclettes pour aider à éliminer l'eau résiduelle des peaux.

L'essoreuse peut être utilisée à différents stades du processus de fabrication du cuir, en fonction des besoins spécifiques. Par exemple, elle peut être utilisée après le trempage pour éliminer l'excès d'eau avant de passer à l'étape de séchage. Elle peut également être utilisée après la coloration pour réduire la teneur en eau des peaux avant le processus de séchage ou de finition.[9]



Figure II .8 : Essoreuse [9]

### II.6.2-Principe de fonctionnement Essoreuse

Le principe de fonctionnement électromécanique d'une essoreuse dans la fabrication du cuir repose sur l'utilisation de moteurs électriques pour entraîner le tambour rotatif.

**-Moteur électrique** : L'essoreuse est équipée d'un ou plusieurs moteurs électriques qui fournissent l'énergie nécessaire pour faire tourner le tambour. Les moteurs électriques sont généralement actionnés par l'alimentation électrique de l'installation.

**-Transmission de puissance** : Le moteur électrique est connecté à un système de transmission de puissance, tel qu'une courroie ou un engrenage, qui transmet la puissance du moteur au tambour rotatif. Ce système de transmission permet de convertir le mouvement rotatif du moteur en rotation du tambour.

## Chapitre 2 : Rôle de l'électromécanique dans l'industrie du cuir

---

**-Tambour rotatif** : Le tambour est une partie centrale de l'essoreuse. Il est généralement fabriqué en acier ou en matériaux similaires et est conçu pour résister aux forces générées lors de la rotation à grande vitesse. Les peaux sont placées à l'intérieur du tambour.

**-Activation du moteur** : Lorsque le moteur électrique est activé, il entraîne le tambour à tourner à grande vitesse. La rotation du tambour crée une force centrifuge qui éjecte l'eau présente dans les peaux vers l'extérieur du tambour.

**-Contrôle de la vitesse** : Certains modèles d'essoreuses peuvent être équipés de dispositifs de contrôle de vitesse pour ajuster la vitesse de rotation du tambour en fonction des besoins spécifiques. Cela permet de s'assurer que l'essorage est effectué de manière efficace tout en évitant d'endommager les peaux.

**-Arrêt du moteur** : Une fois l'essorage terminé, le moteur électrique peut être désactivé, arrêtant ainsi la rotation du tambour. Les peaux peuvent ensuite être retirées de l'essoreuse pour passer aux étapes suivantes du processus de fabrication. [10]

### II.6.3-Cas pratique Essoreuse

Dans un cas pratique d'utilisation d'uneessoreuse dans la fabrication du cuir, voici comment elle peut être utilisée :

**-Préparation des peaux** : Après avoir effectué les étapes initiales du processus de fabrication du cuir, telles que le trempage et le dégraissage, les peaux sont prêtes à être essorées.

**-Chargement des peaux dans l'essoreuse** : Les peaux sont placées à l'intérieur du tambour de l'essoreuse de manière à ce qu'elles soient réparties uniformément et sans encombrement. Il est essentiel de charger les peaux de manière équilibrée pour éviter des vibrations excessives ou des dommages aux peaux.

**-Réglage des paramètres** : Les paramètres de l'essoreuse peuvent être ajustés en fonction des besoins spécifiques. Cela peut inclure la vitesse de rotation du tambour et la durée Del 'essorage. Certains modèles d'essoreuses peuvent également permettre de régler la force centrifuge appliquée sur les peaux.

**-Démarrage de l'essoreuse** : Une fois les paramètres ajustés, l'essoreuse est démarrée en activant le moteur électrique. Le tambour commence à tourner à grande vitesse, créant ainsi une force centrifuge.

**-Essorage des peaux** : La rotation du tambour génère une force centrifuge qui éjecte l'eau présente dans les peaux vers l'extérieur. Cette force centrifuge permet d'extraire efficacement l'excès d'eau des peaux, réduisant ainsi leur teneur en eau.



## Chapitre 2 : Rôle de l'électromécanique dans l'industrie du cuir

**-Contrôle du processus d'essorage** : Pendant l'essorage, il est important de surveiller le processus pour s'assurer que les peaux ne sont pas endommagées et que l'essorage est effectué de manière efficace. Si nécessaire, les paramètres de l'essoreuse peuvent être ajustés en cours de processus pour garantir les meilleurs résultats.

**-Arrêt de l'essoreuse et retrait des peaux** : Une fois que l'essorage est terminé, le moteur de l'essoreuse est désactivé, arrêtant ainsi la rotation du tambour. Les peaux sont retirées de l'essoreuse, prêtes pour les étapes suivantes du processus de fabrication, telles que le séchage ou le tannage. [11]



Figure II.9 : Essoreuse [11]

### II.7-Tunnel de séchage

#### II.7.1-Définition Tunnel de séchage

Un tunnel de séchage, dans le contexte de la fabrication du cuir, est une structure ou une machine utilisée pour sécher les peaux de cuir après différentes étapes de traitement, telles que le trempage, le tannage ou l'essorage. Le tunnel de séchage permet de réduire le taux d'humidité des peaux, les rendant prêtes pour les étapes ultérieures de finition et de transformation. [11]



Figure II.10 : Tunnel de séchage [11]

### II.7.2-Principe de fonctionnement Tunnel de séchage

Le principe de fonctionnement d'un tunnel de séchage dans la fabrication du cuir repose sur l'utilisation de différents équipements électriques et mécaniques pour créer les conditions de séchage nécessaires. Voici les principaux aspects électromécaniques :

**-Système de chauffage** : Le tunnel de séchage est équipé d'un système de chauffage électrique, tel que des résistances électriques ou des éléments chauffants, qui génèrent de la chaleur. Ce système de chauffage est alimenté par une source d'énergie électrique et peut être contrôlé pour ajuster la température à l'intérieur du tunnel.

**-Ventilateurs** : Des ventilateurs électriques sont utilisés pour faire circuler l'air à l'intérieur du tunnel. Ces ventilateurs peuvent être placés à différents endroits du tunnel pour assurer une répartition uniforme de l'air chaud. Ils sont alimentés par des moteurs électriques qui les font tourner à des vitesses spécifiques, créant ainsi un flux d'air continu.

**-Contrôles et automatisation** : Les tunnels de séchage modernes peuvent être équipés de systèmes de contrôle et d'automatisation électromécaniques. Ces systèmes permettent de réguler la température, le temps de séchage et d'autres paramètres importants du processus de séchage. Ils peuvent inclure des capteurs de température, des thermostats, des minuteries et des dispositifs de contrôle programmables.

**-Convoyeurs ou systèmes de déplacement** : Les peaux sont placées sur des convoyeurs à l'intérieur du tunnel de séchage. Ces convoyeurs sont généralement alimentés par des moteurs électriques qui les font avancer à une vitesse constante et contrôlée. Cela permet de déplacer les peaux à travers le tunnel de manière régulière et de garantir un séchage uniforme.

**-Systèmes d'extraction d'humidité** : Certains tunnels de séchage peuvent être équipés de systèmes d'extraction d'humidité pour éliminer l'humidité évaporée des peaux et maintenir un environnement sec à l'intérieur du tunnel. Ces systèmes peuvent inclure des ventilateurs supplémentaires ou des systèmes de ventilation pour évacuer l'air humide. [11]

### II.7.3-Cas pratique Tunnel de séchage

Dans un cas pratique d'utilisation d'un tunnel de séchage, voici comment il peut être utilisé :

**-Préparation des peaux** : Après avoir passé par des étapes de traitement telles que le tannage, l'essorage ou le rinçage, les peaux sont prêtes à être séchées.

**-Chargement des peaux dans le tunnel** : Les peaux sont placées sur des convoyeurs à l'intérieur du tunnel de séchage. Les convoyeurs sont actionnés par des moteurs électriques, permettant aux peaux d'avancer régulièrement à travers le tunnel.



## **Chapitre 2 : Rôle de l'électromécanique dans l'industrie du cuir**

---

**-Réglage des paramètres de séchage :** Les paramètres du tunnel de séchage sont ajustés en fonction des besoins spécifiques, tels que la température et le temps de séchage. Ces paramètres peuvent être réglés à l'aide de commandes électriques, de thermostats et de minuteries.

**-Activation du système de chauffage et des ventilateurs :** Le système de chauffage électrique est activé, générant de la chaleur à l'intérieur du tunnel. Les ventilateurs électriques sont également activés pour faire circuler l'air chaud à travers le tunnel. Ces équipements électromécaniques sont contrôlés pour maintenir une température constante et une circulation d'air adéquate.

**-Séchage des peaux :** Les peaux avancent à travers le tunnel de séchage pendant que l'air chaud circule autour d'elles. L'air chaud évapore l'humidité présente dans les peaux, réduisant ainsi leur teneur en eau. Les peaux sont séchées de manière uniforme pendant qu'elles se déplacent à travers le tunnel.

**-Surveillance du processus de séchage :** Pendant le séchage, les paramètres et les conditions à l'intérieur du tunnel sont surveillés. Des capteurs peuvent être utilisés pour mesurer la température et l'humidité, assurant ainsi que les peaux sont séchées de manière optimale sans risque de surchauffe ou de sur-séchage.

**-Déchargement des peaux séchées :** Une fois que les peaux ont parcouru tout le tunnel et ont atteint le niveau de séchage souhaité, elles sont déchargées des convoyeurs. Les peaux sont ensuite prêtes pour les étapes suivantes du processus de fabrication, telles que le finissage, la teinture ou la coupe pour la production d'articles en cuir finis.[12]

### **II.8-Définition Séchage à cadre**

#### **II.8.1-Définition Séchage à cadre**

Le séchage à cadre, dans le contexte de la fabrication du cuir, est une méthode traditionnelle de séchage des peaux de cuir. Il implique l'utilisation de cadres en bois ou en métal sur lesquels les peaux sont étendues pour sécher à l'air libre. Cette méthode permet un séchage lent et naturel des peaux, favorisant une évaporation uniforme de l'humidité, ce qui réduit les risques de déformation ou de détérioration du cuir. De plus, cette méthode traditionnelle permet un séchage plus naturel, préservant ainsi les caractéristiques naturelles et la qualité du cuir. Cependant, elle peut prendre plus de temps que les méthodes de séchage mécaniques, ce qui nécessite une planification appropriée dans le processus de production.[13]



Figure II.11 : cadre de séchage [13]

### II.8.2-Principe de fonctionnement séchage à cadre

Le séchage à cadre dans la fabrication du cuir est principalement un processus de séchage naturel qui ne nécessite pas d'équipement électromécanique spécifique. Il repose sur l'utilisation de cadres en bois ou en métal sur lesquels les peaux sont étendues pour sécher à l'air libre. Cependant, il est possible d'utiliser des équipements électromécaniques pour faciliter certaines étapes du processus. Voici quelques exemples :

**-Ventilation** : Bien que le séchage à cadre ne nécessite pas de ventilateurs électriques, il peut être bénéfique d'utiliser des ventilateurs pour favoriser la circulation de l'air autour des peaux. Les ventilateurs électriques peuvent être placés stratégiquement pour améliorer l'échange d'air et accélérer le processus de séchage.

**-Contrôle de l'environnement** : Dans certains cas, il peut être nécessaire d'utiliser des équipements électromécaniques pour contrôler les conditions environnementales, notamment la température et l'humidité. Des humidificateurs ou des déshumidificateurs électriques peuvent être utilisés pour ajuster le niveau d'humidité dans la pièce où les cadres de séchage sont installés.

**-Surveillance des conditions** : Des capteurs électroniques peuvent être utilisés pour surveiller en temps réel les conditions environnementales, telles que la température et l'humidité, pendant le processus de séchage. Cela permet de s'assurer que les conditions restent optimales et de prendre des mesures correctives si nécessaire.

**-Automatisation du processus** : Bien que le séchage à cadre soit généralement effectué manuellement, il est possible d'utiliser des systèmes d'automatisation électromécaniques pour déplacer les cadres de séchage d'une zone à l'autre. Des convoyeurs motorisés ou des chariots

## Chapitre 2 : Rôle de l'électromécanique dans l'industrie du cuir

---

automatisés peuvent être utilisés pour faciliter le déplacement des cadres et optimiser l'espace de séchage.

Il est important de noter que l'utilisation de l'équipement électromécanique dans le séchage à cadre est facultative et dépend des besoins spécifiques de l'opération de séchage. Dans de nombreux cas, le séchage à cadre est réalisé de manière entièrement manuelle, sans recourir à des équipements électromécaniques supplémentaires. [14]

### II.8.3-Cas pratique Séchage à cadre

**-Préparation des peaux :** Après avoir été traitées par des étapes de tannage et de préparation, les peaux sont prêtes pour le séchage.

**-Fixation des peaux sur les cadres :** Les peaux sont étirées et attachées fermement sur les cadres à l'aide de pinces, de clous ou de systèmes de fixation appropriés. Il est important de s'assurer que les peaux sont correctement tendues et uniformément étendues sur les cadres.

**-Placement des cadres :** Les cadres avec les peaux fixées sont disposés dans un espace approprié pour le séchage, comme une salle de séchage dédiée ou une zone bien ventilée. Les cadres peuvent être empilés les uns sur les autres pour optimiser l'espace disponible.

**-Contrôle des conditions environnementales :** Les conditions environnementales, telles que la température et l'humidité, doivent être surveillées attentivement. Des mesures peuvent être prises pour maintenir une température stable et un niveau d'humidité adéquat dans la pièce. Des appareils de contrôle et de régulation, tels que des humidificateurs ou des déshumidificateurs, peuvent être utilisés si nécessaire.

**-Séchage naturel :** Les peaux sont laissées à sécher à l'air libre sur les cadres. L'air circule autour des peaux, permettant une évaporation progressive de l'humidité. Le processus de séchage peut prendre plusieurs jours, voire plusieurs semaines, en fonction de l'épaisseur des peaux et des conditions environnementales.

**-Surveillance du processus :** Le séchage à cadre nécessite une surveillance régulière pour s'assurer que les peaux sèchent uniformément et correctement. Des inspections visuelles peuvent être effectuées pour vérifier l'état de séchage des peaux et identifier tout problème éventuel.

**-Retrait des peaux séchées :** Une fois que les peaux sont complètement sèches, elles sont retirées des cadres. Les peaux séchées peuvent ensuite passer aux étapes suivantes du processus de fabrication, comme le finissage, la teinture ou la découpe pour la production d'articles en cuir finis.

Le séchage à cadre offre l'avantage de permettre un séchage lent et naturel des peaux de cuir, préservant ainsi la qualité et les caractéristiques naturelles du matériau. Il convient

## Chapitre 2 : Rôle de l'électromécanique dans l'industrie du cuir

---

particulièrement aux cuirs délicats ou de haute qualité où une évaporation douce et uniforme est souhaitée. Cependant, il nécessite une surveillance attentive des conditions environnementales pour obtenir des résultats optimaux [15]

### II.9- Ponceuse continue

#### II.9.1-Définition Ponceuse continue

La ponceuse continue, également connue sous le nom de ponceuse à bande continue, est un outil essentiel dans la fabrication du cuir, permettant d'obtenir des surfaces lisses et uniformes, tout en améliorant la qualité et l'aspect des peaux. Elle est utilisée dans différentes étapes de production, notamment pour le ponçage des cuirs épais, le nivellement des surfaces et la préparation des peaux pour les finitions ultérieures.[3]

#### II.9.2-Principe de fonctionnement Ponceuse continue

La ponceuse continue côté électromécanique utilise des composants électriques et mécaniques pour son fonctionnement. Voici le principe de fonctionnement de la ponceuse continue côté électromécanique :

**-Moteur** : La ponceuse continue est équipée d'un moteur électrique qui alimente le système de rotation de la bande abrasive. Le moteur est généralement alimenté par l'électricité, soit par une prise secteur, soit par une source d'alimentation spécifique à la machine.

**-Entraînement de la bande abrasive** : Le moteur électrique est connecté à un mécanisme d'entraînement qui fait tourner les rouleaux de la ponceuse continue. Ces rouleaux sont munis de tambours ou de poulies autour desquels la bande abrasive est enroulée. Lorsque le moteur est en marche, il fait tourner les rouleaux, ce qui entraîne le mouvement continu de la bande abrasive.

**-Réglages et contrôles** : La ponceuse continue comprend des commandes et des réglages électromécaniques pour ajuster la vitesse de la bande abrasive, la pression exercée sur les peaux et d'autres paramètres liés au processus de ponçage. Ces réglages peuvent être effectués à l'aide de boutons, d'interrupteurs ou de panneaux de contrôle spécifiques à la machine.

**-Dispositif de sécurité** : Les ponceuses continues sont également équipées de dispositifs de sécurité électromécaniques pour protéger les opérateurs et prévenir les accidents. Ces dispositifs peuvent inclure des interrupteurs d'arrêt d'urgence, des capteurs de sécurité ou des barrières de protection pour empêcher tout accès accidentel à la zone de ponçage.

**-Système d'aspiration** : Les ponceuses continues peuvent être équipées d'un système d'aspiration électromécanique pour collecter les résidus de ponçage, tels que les copeaux, la poussière et les débris. Ce système d'aspiration peut être connecté à un aspirateur ou à un

## Chapitre 2 : Rôle de l'électromécanique dans l'industrie du cuir

---

système d'extraction d'air qui élimine efficacement les résidus générés pendant le processus de ponçage.

**-Maintenance et entretien :** Les ponceuses continues côté électromécanique peuvent nécessiter une maintenance régulière, telle que la lubrification des roulements, le remplacement de la bande un fonctionnement sûr et efficace de la machine.[16]

### II.9.3-Cas pratique Ponceuse continue :

**-Préparation des peaux :** Les peaux sont préalablement préparées en suivant les étapes de tannage et de prétraitement nécessaires. Elles sont généralement nettoyées, adoucies et humidifiées avant d'être prêtes pour le ponçage.

**-Réglage de la machine :** Avant de commencer le processus de ponçage, les réglages de la ponceuse continue sont ajustés en fonction des spécifications requises. Cela peut inclure la sélection de la vitesse de la bande abrasive, le réglage de la pression exercée sur les peaux et d'autres paramètres pertinents.

**-Alimentation des peaux :** Les peaux sont placées sur le tapis ou le convoyeur de la ponceuse continue, et elles sont progressivement alimentées dans la machine. La machine est activée et le moteur électrique entraîne la rotation de la bande abrasive.

**-Ponçage des peaux :** Les peaux avancent sous la bande abrasive en mouvement, ce qui permet d'éliminer les imperfections et d'obtenir une surface plus lisse et uniforme. La pression exercée sur les peaux peut être réglée pour contrôler l'intensité du ponçage. Les peaux passent à travers la machine jusqu'à ce que la surface souhaitée soit obtenue.

**-Inspection et finitions :** Après le ponçage, les peaux sont inspectées pour vérifier la qualité du résultat. Si nécessaire, des finitions supplémentaires peuvent être appliquées pour améliorer l'apparence et la texture du cuir.

**-Nettoyage et entretien :** Une fois le processus de ponçage terminé, la machine et les équipements associés doivent être nettoyés et entretenus. Cela peut inclure le nettoyage de la bande abrasive, le retrait des résidus de ponçage et la vérification des composants électromécaniques pour assurer leur bon fonctionnement.[17]

### II.10- Lisseuse

#### II.10.1-Définition Lisseuse

Une lisseuse est une machine utilisée dans le processus de fabrication du cuir pour obtenir une surface lisse et uniforme sur les peaux. Elle est conçue pour éliminer les imperfections, les irrégularités et les aspérités présentes sur la surface du cuir.

Il convient de noter que les lisseuses peuvent également être utilisées dans d'autres industries où la finition et le lissage de surfaces sont nécessaires, en dehors de la fabrication du cuir.[18]

### II.10.2-Principe de fonctionnement Lisseuse

La lisseuse est généralement composée de deux rouleaux en acier ou en caoutchouc, qui peuvent être réglés en termes de pression, de vitesse de rotation et d'écartement. La peau de cuir est introduite entre les deux rouleaux, qui exercent une pression uniforme sur la surface de la peau pendant qu'elle se déplace entre eux.

Le mouvement rotatif des rouleaux permet de lisser et d'aplanir la surface du cuir en éliminant les marques, les défauts et les irrégularités. La pression exercée par les rouleaux peut être ajustée en fonction des besoins spécifiques du cuir et du résultat souhaité.[18]

### II.10.3-Cas pratique Lisseuse

Un cas pratique d'utilisation d'une lisseuse dans la fabrication du cuir pourrait être le traitement des peaux pour la production de chaussures en cuir. Voici comment cela pourrait se dérouler :

**-Préparation des peaux :** Les peaux brutes sont préparées en enlevant les excès de chair et de graisse, puis elles sont trempées dans des bains de produits chimiques pour les assouplir et les préparer au processus de lissage.

**-Positionnement des peaux :** Les peaux sont placées sur la lisseuse, généralement entre les deux rouleaux réglables. La machine est ajustée pour obtenir la pression et l'écartement appropriés en fonction des caractéristiques des peaux et du résultat souhaité.

**-Passage des peaux :** Les peaux sont introduites entre les rouleaux de la lisseuse, qui sont activés pour commencer à tourner. Les rouleaux exercent une pression constante sur les peaux, les étirant et les lissant pendant qu'elles passent entre eux.

**-Contrôle du processus :** Pendant que les peaux passent par la lisseuse, un opérateur surveille le processus pour s'assurer que les peaux sont correctement traitées et que la pression, la vitesse et l'écartement sont adéquats. Des ajustements peuvent être effectués si nécessaire.

**-Inspection et finition :** Une fois que les peaux ont été traitées par la lisseuse, elles sont inspectées pour s'assurer que la surface est lisse, uniforme et exempte d'imperfections. Si des défauts sont détectés, des retouches supplémentaires peuvent être effectuées manuellement.[18]





**Figure II.12 : La lisseuse**

### II.11- Planimètre électronique

#### II.11.1-Définition Planimètre électronique

Le planimètre électronique est un instrument de mesure utilisé dans divers domaines, mais il n'est généralement pas spécifiquement associé à la fabrication du cuir. Le planimètre électronique est utilisé pour mesurer les surfaces planes, les contours et les formes complexes avec une grande précision. [19]



**Figure II.13 : Planimètre électronique [19]**



### II.11.2-Principe de fonctionnement Planimètre électronique

**-Positionnement initial** : Le planimètre électronique est positionné sur la surface à mesurer. Il est généralement équipé d'un stylet ou d'une sonde qui peut être déplacé le long du contour de la forme à mesurer.

**-Calibration** : Avant de commencer la mesure, le planimètre électronique est souvent calibré pour prendre en compte les caractéristiques spécifiques de la surface, telles que l'échelle de mesure ou la compensation des erreurs.

**-Mesure du contour** : Le stylet ou la sonde du planimètre est déplacé le long du contour de la forme à mesurer. Pendant le déplacement, des capteurs électroniques enregistrent les mouvements et les variations de position du stylet.

**-Acquisition des données** : Les données sont collectées en temps réel à mesure que le stylet se déplace le long du contour. Les capteurs enregistrent les mouvements horizontaux et verticaux, ainsi que les angles de rotation du stylet.

**-Calcul de la superficie** : À partir des données collectées, le planimètre électronique effectue des calculs pour déterminer la superficie de la forme mesurée. Il peut utiliser des algorithmes mathématiques ou des méthodes numériques pour calculer la surface.

**-Affichage des résultats** : Les résultats de la mesure sont généralement affichés sur un écran numérique. La superficie mesurée peut être exprimée dans différentes unités, telles que le mètre carré ou le centimètre carré.

Il convient de noter que les planimètres électroniques peuvent varier en fonction de leurs fonctionnalités spécifiques et des technologies utilisées. Certains modèles peuvent offrir des fonctionnalités avancées, telles que la mémoire de données, la connectivité sans fil ou des options de calcul supplémentaires.[19]

### II.11.3-Cas pratique de Planimètre électronique

**-Préparation des pièces de cuir** : Les pièces de cuir sont découpées selon les modèles ou les motifs requis pour le produit final, tels que des pièces de vêtements, de sacs ou de chaussures.

**-Positionnement du planimètre électronique** : Le planimètre électronique est placé sur la surface du cuir à mesurer. Le stylet ou la sonde est déplacé le long des bords de la pièce de cuir pour enregistrer les contours.[19]

**-Mesure des dimensions** : Le planimètre électronique enregistre les mouvements du stylet ou de la sonde pendant le déplacement le long des contours. Il collecte les données nécessaires pour déterminer les dimensions de la pièce de cuir, telles que la longueur, la largeur, ou des caractéristiques spécifiques du motif.

## Chapitre 2 : Rôle de l'électromécanique dans l'industrie du cuir

---

**-Vérification des mesures** : Les mesures enregistrées par le planimètre électronique sont utilisées pour vérifier si les dimensions de la pièce de cuir correspondent aux spécifications requises. Cela permet de s'assurer de la précision de la découpe et de la conformité aux exigences du produit final.

**-Correction éventuelle** : Si des écarts sont détectés entre les mesures et les spécifications requises, des ajustements peuvent être apportés à la découpe ou des corrections peuvent être effectuées pour garantir l'exactitude des dimensions de la pièce de cuir.[19]

### II.12-Conclusion

L'utilisation de machines électromécaniques dans le domaine du tannage du cuir présente plusieurs avantages significatifs. Voici un résumé de ces avantages :

- ✚ Efficacité et productivité accrues.
- ✚ Contrôle et régulation précis.
- ✚ Amélioration de la qualité du cuir.
- ✚ Réduction des efforts physiques et des risques pour les travailleurs.
- ✚ Optimisation des ressources.
- ✚ Améliorer la qualité du cuir.

## Chapitre 2 : Rôle de l'électromécanique dans l'industrie du cuir

---

### Référence Bibliographique

- [1]- Cartier, M., et al. (1995). Traitement terminologique : de la peau au cuir. *Meta*, 40(1), 99-129.
- [2] -Mann, I. (1962). Méthodes artisanales de tannage (No. 68). Food & Agriculture Org.
- [3] NANCY, SCDOHP. (s.d.). DOCTEUR DE L'UNIVERSITE HENRI POINCARÉ, NANCY.
- [4] -Denieuil, P. (1992). Les entrepreneurs du développement : l'ethno-industrialisation en Tunisie : la dynamique de Sfax (Les entrepreneurs du développement, 1-207).
- [5] -LES GRANDES MANIFESTATIONS, I. N. D. U. S. T. R. I. E. L. L. E. S. (s.d.). Les industries mécaniques et électriques a la XXIIe Foire de Paris.
- [6] -Zouaoui, F., & Bouldjedri, M. E. (2007). Contribution a l'étude des caractères mécaniques et physiques du liège aggloméré cas de l'unité 521-Jijel (Dissertation, Université de Jijel).
- [7] -IJJAALI, M., JABRANE, R., & EL GAROUANI, A. (s.d.). Evaluation et étude des paramètres physico-chimiques de la pollution générée par les unités industrielles dans la région de Fès.
- [8]-Durepaire, C. P. (s.d.). La tannerie de la Boivre à Lavausseau VIENNE.
- [9]- Burzawa, E., &Heitz, F. (1995). La cristallisation du sucre : des bases théoriques à la production industrielle. *Industries alimentaires et agricoles*, 112(7), 522-532.
- [10]-Sigaut, F. (1987). Des idées pour observer. Techniques et culture.
- [11]- NGIJOL, O. M. M. N. N. (2011). MÉMOIRE PRATIQUE DE TRADUCTION D'UN TEXTE DE 6079 MOTS SUR LE THÈME DU TANNAGE DES CUIRS ET DES PEAUX ET GLOSSAIRE BILINGUE (anglais/français).
- [12]- BELFAR, M. (s.d.). Étude des opérations de séchage et cuisson des briques d'argile sous conditions de traitement industriel (Dissertation).
- [13] -Baali, S., & Mahmoudi, M. (2022). Régulateur de température et d'humidité d'un poulailler (Dissertation). University of Msila.
- [14]-Raffray, G. (2014). Outils d'aide à la décision pour la conception de procédés agroalimentaires au Sud : application au procédé combiné de séchage, cuisson et fumage de produits carnés (Dissertation). Montpellier, SupAgro.
- [15] -Nguyen, T. H. (2015). Étude expérimentale et modélisation du procédé de séchage des végétaux (Dissertation). Université de Bretagne Sud.
- [16] -Sarmouk, F., & Chouiter, H. (2020). CONSTRUCTION MODERNE EN BRIQUE DE TERRE CRUE STABILISÉ ET COMPRIMÉ : DISPOSITIONS QUALITATIVES ET CONSTRUCTIVES Application A Un Cas Pratique : Msila-Algérie (Dissertation). Univ Msila.
- [17]- Cleene werck, M. B. (2006). NETTOYAGE ET MAUVAIS GESTES PROFESSIONNELS. *Progrès en dermato-allergologie* : Toulouse 2006, 12, 117.
- [18]- Charbonnier, A. (2012). Synthèse et caractérisation d'encre électrophorétique pour la réalisation de papier électronique couleur (Dissertation). Bordeaux 1.

## **Chapitre 2 : Rôle de l'électromécanique dans l'industrie du cuir**

---

[19] -BOBO-DIOULASSO, D. E., et al. (1997). MEMOIRE DE FIN D'ETUDES.

# **CHAPITRE 3 :**

## **Valorisation des résidus de bétails**

## La Gélatine

### III .1-Introduction

La gélatine est obtenue par dégradation du collagène qui est la protéine la plus répandue chez les mammifères. Le collagène est le constituant majeur des tissus conjonctifs et des matrices des os et des peaux. Nous développons, dans ce qui suit, quelques notions sur les propriétés structurales du collagène avant d'exposer les caractéristiques de la gélatine.

### III .2 - Généralités sur les protéines

Les protéines sont des molécules contenant de l'azote et constituées de séquences acides aminés (20) reliés par des liaisons peptidiques. La commande est déterminée la Structure primaire de la protéine, disposition des chaînes peptidiques dans l'espace. Détermine la structure secondaire et tertiaire, la liaison de plusieurs chaînes Les peptides déterminent la structure quaternaire. Par convention, les protéines sont inclusives Moins de 50 acides aminés sont appelés peptides. La taille des protéines est extrême .Elle varie de centaines de kilo daltons à des millions de kilo daltons. De même, la protéine De nombreuses fonctionnalités : protéines de structure (collagène...), protéines contractiles (myosine...), protéines de transport (albumine...), protéines immunitaires (immunoglobulines), protéines enzymatiques, hormones, récepteurs, etc. [1]

La figure 1 présente la structure des 20 acides aminés les plus fréquemment rencontrés.

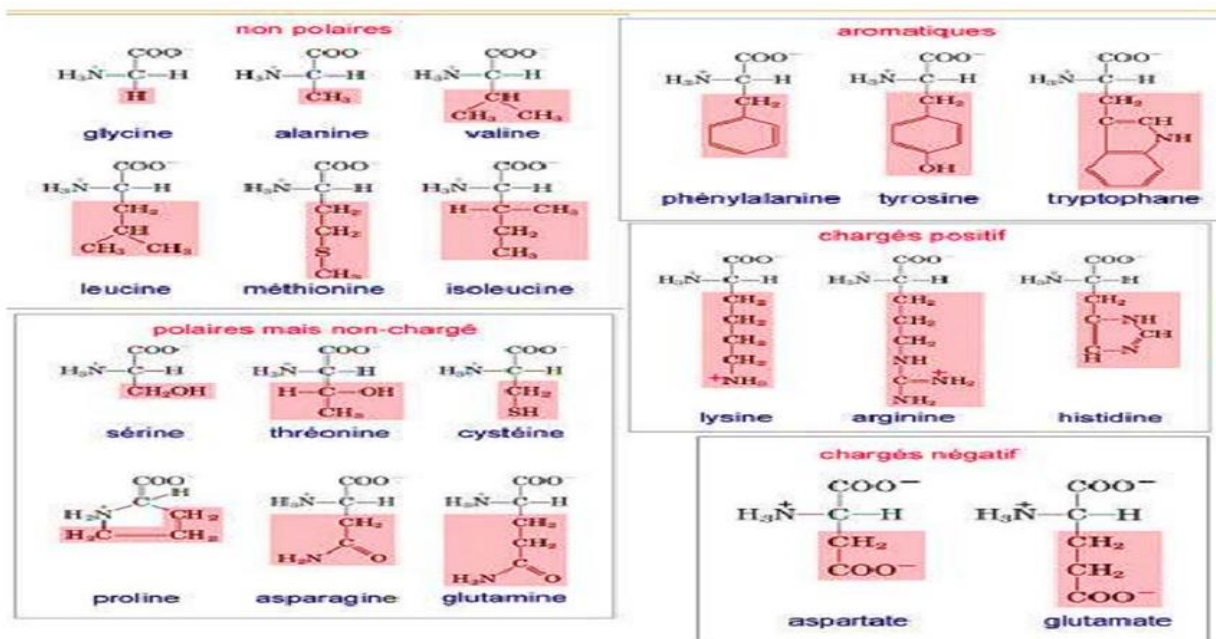


Figure III .1 : liste des acides aminés

### III .3-Description du collagène

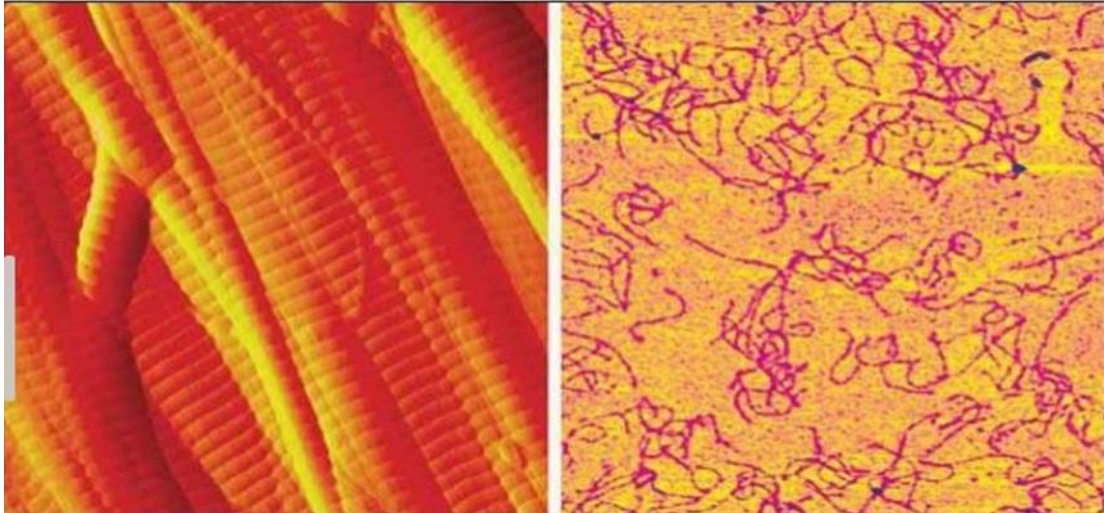
Le collagène est la protéine la plus abondante dans le corps humain. Ils jouent un rôle important dans le maintien de l'intégrité structurelle de la plupart des tissus. Ils sont également impliqués dans d'autres processus biologiques importants tels que l'adhésion et la migration cellulaire. La superfamille du collagène de 28 membres est particulièrement complexe, présentant une diversité remarquable non seulement au niveau de l'organisation moléculaire et supramoléculaire, mais également au niveau de la distribution tissulaire et de la fonction biologique [2]. Néanmoins, tous ses membres partagent des caractéristiques structurelles communes. C'est-à-dire qu'il existe un domaine en triple hélice dans la structure. Séquence d'acides aminés. Les collagènes sont classés en plusieurs sous-familles en fonction de l'homologie de séquence, de la similarité au niveau structural modulaire des chaînes polypeptidiques, et de leur arrangement supramoléculaire [3]. Neuf sous-familles sont alors définies

- Collagène fibreux
- FACIT Collagène (Collagène Fibrillaire Associé à Triple Hélice Interrompue)
- Collagène à réseau hexagonal
- Collagène de la membrane basale
- Collagène de fibre de perle
- Collagène en fibres attachées
- collagène transmembranaire
- Collagène avec plusieurs domaines en triple hélice ou multiplexions
- Autre Collagène

### III.4- Description de la gélatine

La gélatine est une substance protéique pure. Il est généralement obtenu de la manière suivante. Hydrolyse acide partielle (type A) ou hydrolyse alcaline partielle (type B) des fibres de Collagène 63 (Fig. 0) représenté dans le schéma ci-dessous [4]. Comme elle peut consister en un mélange de deux types. [5]





**Figure III.2** : montrant la structure fibreuse du collagène 63 constituant de base de la gélatine [4]

### III .5-Matière première de gélatine

La matière première principale utilisée pour fabriquer la gélatine principalement extrait de coproduit (déchet) peaux et des os de porc et de bœuf et d'autres sources animales.

### III.6- Transformation du collagène en gélatine

La gélatine est obtenue à partir de collagène, le principal composant protéique du tissu conjonctif animal. Le collagène se trouve dans les os, la peau, les tendons et le cartilage. L'unité de base du collagène est le trop collagène, qui se compose de trois chaînes  $\alpha$ -hélicoïdales parallèles enroulées en une triple hélice [6]

Il existe essentiellement deux processus de production de gélatine.

**-Processus acide** : Principalement appliqué aux matériaux avec moins de réticulation. B. Collagène dérivé de peau de porc. Ce procédé permet de réaliser des économies grâce au temps de préparation court (2 jours) des matières premières utilisées principalement dans l'industrie agro-alimentaire. [7]

**-Le traitement alcalin** : est une méthode plus coûteuse car elle prend plus de temps (45 à 90 jours) et est principalement utilisée pour les collagènes plus complexes tels que ceux des os et des peaux de bovins. Leur but est de rompre les liaisons chimiques encore présentes dans le collagène. Ce procédé permet de produire de la gélatine, principalement utilisée dans les industries pharmaceutiques (capsules), photographiques (films) et alimentaires.

## Chapitre 03 : Valorisation les résidus de bétails

La gélatine traitée à l'alcali est communément appelée "gélatine de type B" et la gélatine traitée à l'acide est communément appelée "gélatine de type A" [8]

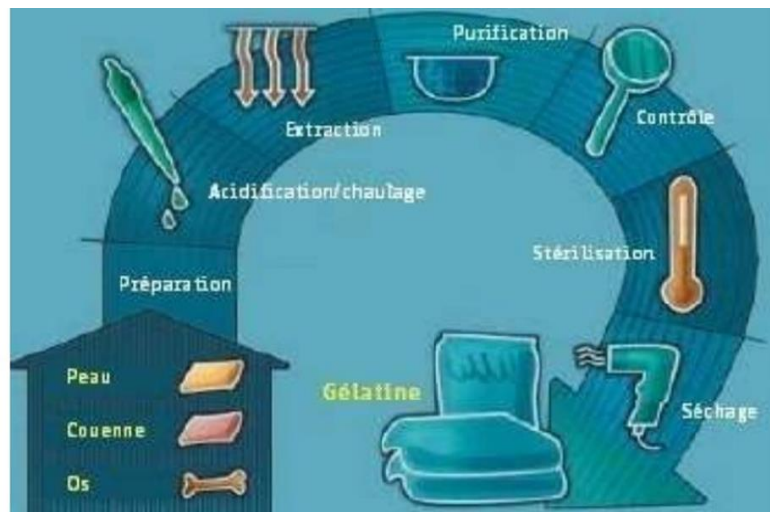


Figure III.3 : Procédé de fabrication industrielle de la gélatine [9]

### III .7-Méthodes d'élaboration de la gélatine

#### III.7.1-Prétraitement

L'objectif du prétraitement des matières premières est de les dégraisser, de les déminéraliser et surtout de les préparer pour l'extraction. Le prétraitement de la gélatine peut être réalisé de deux manières différentes, en fonction de la matière première et de l'utilisation prévue des gélatines. Il existe un procédé acide utilisé pour les peaux de cochon et les os, ainsi qu'un procédé alcalin fréquemment utilisé pour les peaux de bovins.[10,11]

#### III .7.2-Préliminaires

##### III .7.2.1- La collecte des matières premières

Une fois les matières premières obtenues, on procède immédiatement à leur pesage. Cette étape est cruciale pour évaluer la rentabilité du processus. Cependant, il est essentiel de contrôler ces matières premières de manière générale afin d'évaluer leur qualité, en particulier en détectant toute présence d'infections potentielles, car la plupart des matières animales sont sensibles aux fermentations. Il est également possible que les fournisseurs les aient conservées trop longtemps dans une chambre froide, ce qui peut avoir un impact significatif sur leur teneur en eau.[12]

### III .7.2 .2- Lavage

Utiliser de l'eau bouillante ou de l'eau chaude à une température supérieure à 95°C serait plus bénéfique si les matières premières utilisées sont excessivement grasses une partie des matières grasses sera retirée sous forme d'huile flottant à la surface de l'eau. Quoi qu'il en soit, cette étape est essentielle car elle permet d'éliminer les impuretés présentes. [13]

### III .7.2.3- Pressage

Un pressage peut être nécessaire pour séparer les broyats s'ils contiennent une quantité excessive de sang ou d'eau. Cela permettra également d'éliminer efficacement les ADN présents dans ces liquides. Dans le cas où les broyats semblent humides mais qu'il est impossible d'extraire la moindre goutte de liquide, il est recommandé de poursuivre le processus en les séchant à température ambiante, en évitant la calcination.

### III.7.3- Bains de prétraitement

Les objectifs principaux du préliminaire avant l'extraction de la gélatine sont de gonfler et de ramollir les peaux et les os. Cependant, un gonflement excessif peut entraîner une dégradation excessive des matières premières. Cette étape est nécessaire pour rompre les liaisons entre les peptides au sein des molécules. En utilisant un solvant tel que l'alcool, il est possible de réduire la température de fusion du gel obtenu et d'éliminer les impuretés [14]. Les deux méthodes courantes de prétraitement sont le procédé alcalin (chaulage) et le procédé acide, également connu sous le nom de procédé par solvants. Ces méthodes influencent les caractéristiques de la gélatine obtenue ainsi que les modifications des matières premières. Des études ont montré que le prétraitement alcalin entraîne des modifications chimiques importantes, telles qu'une augmentation du nombre de groupes carboxyle libres par conversion des résidus d'asparagine et de glutamine en acide aspartique et glutamique. Cependant, le prétraitement acide permet une réorganisation physique de la structure du collagène, ce qui en fait le procédé le plus adapté.[15]

#### III.7.3.1-Bain alcalin

En général, le processus alcalin est principalement utilisé pour les tissus conjonctifs fortement réticulés. Le degré de réticulation intra et interchaînes du collagène dépend de l'âge de l'animal : plus l'animal vieillit, plus le collagène de ses tissus est réticulé. Ce degré de réticulation varie également selon les tissus. Par exemple, les tissus osseux, qui sont soumis à de fortes contraintes mécaniques et qui sont composés d'une matrice organique dense et bien structurée, présentent un taux de réticulation du collagène plus élevé que la peau. Afin d'extraire la gélatine

## Chapitre 03 : Valorisation les résidus de bétails

---

de ces tissus, il est nécessaire de rompre les liaisons covalentes entre les chaînes de collagène, tout en préservant au maximum l'intégrité des chaînes  $\alpha$ . Les industriels ont donc mis au point un procédé alcalin efficace pour rompre la réticulation des tissus fortement réticulés tels que l'osséine ou la peau de bœuf. Le prétraitement en milieu alcalin consiste à immerger l'osséine ou les peaux dans une solution de lait de chaux avec un pH d'environ 12, à une température contrôlée de 20°C, pendant 6 à 12 semaines. Ensuite, les tissus sont lavés à l'eau sur des tapis vibrants avant de passer à l'étape d'extraction. La gélatine obtenue après ce prétraitement en milieu alcalin est appelée gélatine de type B.[16]

Le processus commence par le traitement de la peau et de l'os avec du lait de chaux, dans le but de purifier le collagène et de rompre les liaisons covalentes pour le rendre soluble à 60°C. Le chaulage se déroule dans une cuve équipée d'un système d'agitation à air comprimé, et la température est contrôlée en fonction de la température du lait de chaux introduit. Ensuite, le lavage consiste à éliminer le lait de chaux. Pour ce faire, l'osséine est dirigée vers un tapis vibrant où elle est rincée à l'eau. Ensuite, 12 heures avant la cuisson, un bain d'acide phosphorique est utilisé pour ramener le pH à 7.

Le prétraitement est conçu pour minimiser l'hydrolyse des chaînes de collagène. Cependant, il entraîne des modifications chimiques importantes au niveau des chaînes latérales de certains acides aminés. Les acides aminés contenant une fonction amide latérale, tels que l'asparagine et la glutamine, sont désaminés en aspartate et glutamate au cours du processus. La fonction amide devient ainsi une fonction carboxylate, modifiant à la fois la structure primaire du collagène et ses propriétés physico-chimiques. En effet, le point isoélectrique de la gélatine de type B se situe entre  $pH = 9,5 > pI > pH = 6$ . C'est la principale différence entre les gélatines de type B et de type A [17].

### III.7.3.2- Bain acide

Le traitement acide du collagène est la méthode la plus appropriée pour les matériaux moins réticulés, tels que la peau de porc, les os de jeunes bovins et la peau de poulet. Pour ces tissus faiblement réticulés mentionnés précédemment, il est préférable d'effectuer une étape de prétraitement en milieu acide. Cela permet de réduire les coûts en raison du temps de préparation plus court de la matière première. Pour ce faire, la matière première est lavée et immergée dans des solutions acides minérales diluées, dont la concentration ne doit pas dépasser 5% et le pH doit être compris entre 3,5 et 4,5 [18]. Les acides minéraux utilisés peuvent être l'acide chlorhydrique, l'acide sulfurique ou l'acide phosphorique. Ce traitement acide se poursuit jusqu'à ce que la matière première soit entièrement acidifiée et atteigne un maximum de gonflement. La

## **Chapitre 03 : Valorisation les résidus de bétails**

---

température de traitement est généralement la température ambiante, soit environ 15 à 25 °C. La durée du traitement varie de 10 à 48 heures, en fonction de la nature de la matière première, de la température et de la concentration de l'acide. La gélatine obtenue après ce prétraitement en milieu acide est appelée gélatine de type A. Étant donné que le processus acide est relativement court, il n'y a pas de modification de la séquence primaire du collagène. Le point isoélectrique du collagène et celui de la gélatine de type A se situent entre pH = 4,7 et pH = 5,6. [17]

### **III.7.4- Extraction**

Il s'agit de la phase du processus connue sous le nom de "cuisson", au cours de laquelle on aborde des sujets tels que le bouillon, la durée de cuisson, la température, l'égouttage, etc.

Pour obtenir de la gélatine, on dissout ce qui reste de l'os ou de la peau après l'avoir déminéralisé par acidification et purifié par chaulage et lavage, ou ce qui reste de la peau. Ce liquide de gélatine est ensuite filtré, déminéralisé, concentré, refiltré, puis le pH est ajusté selon les besoins du client. [18]

### **III.7.5- Cuisson**

La méthode implique de dissoudre la gélatine dans de l'eau chaude acidulée, en augmentant progressivement la température à chaque étape d'extraction. Ce processus comprend généralement 5 à 6 extractions successives, avec chaque étape durant plusieurs heures. La température varie de 55°C à 95°C, voire 100°C pour la dernière extraction. Le résultat de ce processus est appelé "bouillon" ou extraits de gélatine, qui possèdent des propriétés différentes. Les solutions obtenues, ou bouillons de gélatine, ont une concentration d'environ 5% lors de la première extraction, réalisée à la température la plus basse (55°C).

### **III .7.6-Pasteurisation et filtration**

L'objectif de la pasteurisation consiste à éliminer un grand nombre de micro-organismes présents sur un échangeur à plaques qui est chauffé à 125°C grâce à la vapeur, puis refroidi à l'eau à 60°C. Ensuite, la filtration est utilisée pour clarifier les liquides contenant de la gélatine [19].

### **III .7.7-Concentration**

L'objectif est d'accroître la concentration de gélatine en éliminant l'eau, de manière à obtenir un bouillon qui forme un gel à une température de 30°C. Au stade de déconcentration, le bouillon contient environ 7% de gélatine, tandis qu'à la sortie, sa concentration en gélatine atteint environ 45%. [20]

### III .7.8-Séchage

Dans le but de réduire le taux d'humidité de la gélatine, on extrude le gel sous forme de filaments ou de "nouilles" afin d'augmenter sa surface d'échange et faciliter ainsi son séchage continu, en utilisant un courant d'air filtré. Une fois les "nouilles" séchées (avec une humidité de 10 à 15%), elles sont ensuite broyées avant d'être soumises à des tests en laboratoire.[21]



**Figure III.4** : Nouilles de gélatine (Gelatin Handbook)[21]

### III .8-Contrôle qualité de la gélatine

Les tests qui servent à vérifier les paramètres technologiques de la gélatine sont décrits ci-dessous.

- **La force en gel (Bloom)**

La force en gel, également connue sous le nom de Bloom, est une mesure exprimée en grammes qui est liée à l'élasticité mécanique du gel de gélatine. Elle est utilisée pour classer différents types de gélatine. La méthode de mesure standardisée consiste à déterminer la force maximale exercée lorsqu'un cylindre standardisé de ½ pouce de diamètre pénètre dans un gel à une profondeur de 4 mm avec une vitesse de 1 mm/seconde. Ce gel est préparé en utilisant une gélatine maturée à 6,67% pendant 18 heures à une température de 10°C dans un flacon spécifique [22].

- **La viscosité**

La viscosité est un élément essentiel à mesurer dans la gélatine, et ce résultat revêt souvent une grande importance. Elle est influencée par trois paramètres : la concentration, la température et le pH. Pour la mesurer, on utilise un viscosimètre capillaire. On détermine la viscosité en mesurant le temps qu'il faut pour que 100 ml d'une solution contenant 6,67% de gélatine dans



## Chapitre 03 : Valorisation les résidus de bétails

l'eau s'écoule à une température de 60°C. Les viscosités des solutions varient en fonction de l'extraction et de l'origine de la gélatine. [23]

- **Le pH et le point isoélectrique (pEI)**

La mesure standardisée est réalisée sur des solutions ayant une concentration de 6,67%. Le pH des solutions de gélatine varie en fonction du traitement des matières premières et se situe entre 4 et 6,5, ce qui les rend légèrement acides. La gélatine est un exemple de polymère amphotère, ce qui signifie qu'elle possède des propriétés cationiques en milieu acide et des propriétés anioniques en milieu alcalin. Son point isoélectrique (pIE) détermine sa capacité à se mélanger avec d'autres hydrocolloïdes, ce qui correspond au pH où elle est globalement neutre, c'est-à-dire avec autant de charges positives que négatives. À cette valeur de pIE, un équilibre est atteint comme illustré dans la Figure III.1 [24].

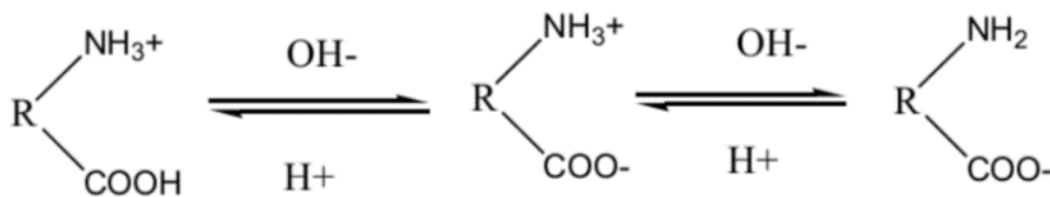


Schéma III.1 : Équilibre de charges au point isoélectrique [25].

- **Solubilité et gonflement**

La gélatine a une faible solubilité dans l'eau froide, mais lorsqu'on la mélange avec de l'eau froide (à température ambiante), elle peut absorber jusqu'à 100 fois son poids initial et se gonfler rapidement. Cependant, elle devient rapidement soluble dans l'eau chaude.

À une température de 40°C, les grains se dissolvent et forment une solution homogène. La vitesse à laquelle les grains se dissolvent dépend de plusieurs facteurs, tels que la température, la concentration et la taille des particules.[26]

La gélatine peut se dissoudre dans divers solvants organiques tels que l'acide acétique, le trifluoroéthanol, le glycérol, l'éthane-1,2-diol, ainsi que dans certains autres solvants.[27]



- **Couleur**

La teinte de la solution de gélatine varie en fonction de la nature de la matière première utilisée et de l'étape d'extraction (premier, deuxième bouillon, etc.). Elle se caractérise par une coloration jaune-brun plus ou moins prononcée, dont l'importance peut varier selon les utilisateurs. Pour mesurer cette coloration, on utilise un spectrophotomètre à 450 nm pour analyser des solutions de gélatine à 6,67 %.[28]

### **III .9-Type de gélatine**

Il y a deux types de gélatine qui diffèrent selon le prétraitement initial appliqué. La gélatine de type A est obtenue à partir d'un prétraitement acide et convient aux sources de collagène telles que les couennes de porc et la peau de poisson. La gélatine de type B, quant à elle, est obtenue à partir de prétraitements alcalins et convient aux sources de collagène plus complexes, comme la peau de bovin et les os riches en calcium, qui nécessitent une élimination préalable de ce dernier.

### **III .10-Structure et composition**

#### **III .10.1-Composition chimique de la gélatine**

D'après les analyses, la gélatine est composée des pourcentages massiques suivants : 26,4 à 30,5% de glycine, 14,8 à 18% de proline, 13,3 à 14,5% d'hydroxy proline, 11,1 à 11,7% d'acide glutamique et 8,6 à 11,3% d'alanine.

Les pourcentages des autres acides aminés sont relativement faibles, par exemple la tyrosine ne représente que 0,2% du total. [29]

Le tableau ci-dessous (**tableaux 6**) présente les quantités d'acides aminés pour les deux types de gélatine et de collagène : [30]

## Chapitre 03 : Valorisation les résidus de bétails

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

### III .10.2-Structure de la gélatine

#### III .10.1-Structure primaire

La composition en acides aminés des gélatines est similaire à celle du collagène. L'analyse de la variation de cette composition en fonction du prétraitement révèle que, de manière générale, le prétraitement acide a peu d'impact sur la composition en acides aminés de la gélatine par rapport à celle du collagène dont elle est issue. En revanche, le prétraitement alcalin transforme les résidus d'asparagine et de glutamine en acides aspartique et glutamique.

Il est possible de remarquer que la gélatine est constituée d'un assortiment d'acides aminés, dont certains sont hydrophobes (comme la proline et la leucine) et d'autres sont hydrophiles (tels que la sérine et l'arginine). Cette combinaison d'acides aminés confère à la gélatine une propriété amphiphile.

#### III .10.2-Structure secondaire

En fonction de la source de la matière première utilisée et du type de traitement appliqué, la dénaturation du tropocollagène peut produire trois types de molécules de gélatine distinctes. Ces molécules comprennent les chaînes  $\alpha 1$  et  $\alpha 2$ , les chaînes  $\beta$  qui résultent de l'association d'une chaîne  $\alpha 1$  et d'une chaîne  $\alpha 2$  ( $\beta 11$  ;  $\beta 12$ ) et les chaînes  $\gamma$ , qui sont des oligomères de 3 chaînes  $\alpha$  ( $\gamma 112$ ). Les chaînes  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$  ont des masses moléculaires moyennes différentes, respectivement de 100 000, 200 000 et 300 000 g.mol<sup>-1</sup>, ce qui crée un mélange de fragments de poids moléculaires variés.

Les fabricants de gélatine cherchent à maîtriser l'hydrolyse du collagène pour atteindre une répartition optimale en termes de masse moléculaire en fonction de l'usage prévu. Comme illustré dans la, la distribution en masse moléculaire variera en fonction du type d'hydrolyse et du bouillon utilisé.

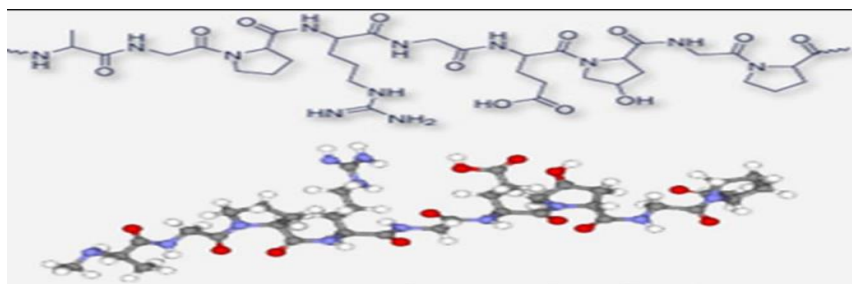


Figure III.5 : Structure chimique de la gélatine [31]

### III .11-Propriétés technologie de la gélatine

#### **Pouvoir épaississant**

Lorsque les molécules de gélatine ne peuvent pas se lier fortement entre elles, elles présentent des propriétés épaississantes. La simple présence de ces molécules dans une solution entrave la mobilité du liquide dans lequel elles sont dispersées, augmentant ainsi la viscosité de la solution. Les molécules rigides de gélatine peu déformables forment des structures stabilisées par des interactions faibles telles que des liaisons hydrogène et des forces de Van der Waals lorsqu'elles sont au repos.

En-dessous d'une concentration critique de 0,8%, la gélatine peut être utilisée comme agent épaississant.[32]

#### **Pouvoir filmogène**

Le passage de la gélatine de l'état solide à l'état de gel lorsqu'elle est étalée en fine couche sur une surface permet la formation d'un film. Cette caractéristique est utilisée dans diverses applications telles que la production de capsules molles et dures ainsi que pour la micro-encapsulation de principes actifs.[33]

#### **Pouvoir émulsifiant**

La gélatine, étant une protéine, a la capacité de se fixer à la surface des gouttelettes d'huile et de stabiliser efficacement l'émulsion de type huile/eau. Sa capacité à former un gel à la surface renforce cette stabilisation. Grâce à cette propriété émulsifiante, la gélatine peut être utilisée pour créer une dispersion homogène dans un mélange de constituants naturellement non miscibles par simple agitation.

#### **Pouvoir foisonnant**

La gélatine possède un pouvoir expansif remarquable qui peut considérablement augmenter le volume d'un mélange d'ingrédients contenant de l'eau. En effet, lorsqu'elle est mélangée à de l'eau, la gélatine forme des microbilles qui capturent les bulles d'air générées par le brassage du mélange. Grâce à cette action, les bulles d'air sont maintenues dans un état de dispersion stable.[33]

### **Pouvoir stabilisant**

La gélification est un processus qui permet de stabiliser et de protéger les solutions colloïdales et les émulsions. La gélatine est un polymère naturel qui possède souvent un pouvoir stabilisant supérieur à celui des autres polymères naturels.[34]

### **Pouvoir moussant**

La gélatine présente des propriétés tensioactives qui lui permettent de se fixer à l'interface entre le gaz et l'eau, créant ainsi une surface stabilisée par gélification, favorisant ainsi la formation de mousse.[34]

## **III .12-Utilisations de la gélatine**

La gélatine est un aliment naturel qui joue un rôle très important dans l'industrie alimentaire moderne. Elle est également utilisée dans d'autres secteurs tels que l'industrie pharmaceutique et photographique. Haute qualité à la gélatine et aux propriétés qu'elle confère à sa surface. En somme, la gélatine est présente dans tout produit nécessitant l'emploi de gélifiant, de stabilisateur, d'émulsifiant, d'agent moussant ou d'épaississant.[35]

### **III .12.1-Industrie pharmaceutique**

La gélatine est largement utilisée dans l'industrie pharmaceutique pour la fabrication de gélules et de capsules. Elle offre une protection efficace contre les effets nuisibles de la lumière et de l'oxygène sur les médicaments. En outre, la gélatine permet de lier les ingrédients actifs des médicaments et de prolonger leur durée de conservation. De plus, grâce à une sélection et à un dosage approprié, la gélatine peut également influencer la vitesse de libération des ingrédients actifs, en les accélérant ou en les retardant (effet à libération prolongée).[35]

### **III .12.2-Les films de gélatine**

La capacité de la gélatine à former des films solides et flexibles est une caractéristique clé qui est largement exploitée dans l'industrie pharmaceutique. Les films de gélatine sont utilisés pour la fabrication de capsules de médicaments en raison de leur transparence, de leur résistance et de leur capacité à se dissoudre facilement. Le processus de formation du film implique l'application d'une solution de gélatine concentrée sur une surface plane, telle qu'une plaque en verre ou une surface de moule pour les capsules. Le film est ensuite transformé de l'état solide à l'état gel pour obtenir une épaisseur comprise entre 80 et 150 µm pour les capsules dures, et entre 250 et 500 µm pour les capsules molles.

## **Chapitre 03 : Valorisation les résidus de bétails**

---

Les résultats des tests ont révélé une augmentation des problèmes associés à la solubilité des capsules. Des études récentes ont indiqué que ce phénomène est causé par la conservation des capsules dans des conditions de température et d'humidité élevées, ainsi que par la présence de composés réactifs tels que les aldéhydes qui se forment lorsque les excipients contenus dans la gélule se dégradent, provoquant ainsi une réticulation de la gélatine. [36]

### **III .12.3-Industrie alimentaire**

La gélatine est largement utilisée dans la production alimentaire moderne en raison de sa capacité unique à se comporter de manière réactive à la chaleur. À une température de 37°C, soit la température du corps humain, la gélatine fond et redevient ferme en refroidissant, ce qui en fait un ingrédient de choix dans de nombreux produits alimentaires tels que la margarine et les fromages allégés en matières grasses. Elle est également utilisée pour protéger de nombreux types de saucissons au poivre contre le dessèchement en formant un film protecteur. [35]

### **III .12.4-Industrie photographique moderne**

Les produits photographiques à base de sel d'argent sont constitués de plusieurs couches de gélatine (jusqu'à 15) qui sont coulées sur film ou sur papier. La gélatine constitue un élément important dans le procédé complexe de la technique des couches. Les propriétés de la gélatine sont à la base de la production de films photographiques ultrasensibles. La gélatine est également indispensable pour la photographie numérique. Les papiers pour imprimante jet d'encre enduits de gélatine assurent la brillance des couleurs et la netteté des contours, permettant des impressions d'excellente qualité. [35]

### **III .12 .5-Autres utilisations de la gélatine**

Les hydrolysats et les tensioactifs de collagène à base de gélatine sont des ingrédients couramment utilisés dans les lessives et les nettoyants en tant qu'agents actifs. Ils ont l'avantage de présenter une excellente compatibilité dermatologique et sont également entièrement biodégradables. En outre, ils sont souvent utilisés comme protéines pour protéger les fibres.

-La gélatine est essentielle pour fixer les têtes d'allumettes en raison de ses propriétés moussantes et liantes.

-La gélatine est également employée dans l'industrie papetière afin d'améliorer la résistance à l'humidité et d'augmenter la solidité du papier.

## Chapitre 03 : Valorisation les résidus de bétails

---

- La gélatine est ajoutée aux bains électrolytiques pour faciliter le nettoyage du zinc et du cadmium en agissant comme un agent de séparation des impuretés. Cette utilisation de la gélatine permet de produire des métaux extrêmement purs.[35]

### III .13-La Colle

#### III .13.1- Définition d'une colle

La colle est un produit chimique utilisé pour joindre deux matériaux ensemble. Elle peut être sous forme liquide ou solide et est appliquée sous forme fluide sur les matériaux à joindre, où elle doit d'abord adhérer grâce à divers phénomènes physico-chimiques.

On utilise le terme "colles" pour désigner les colles traditionnelles telles que les colles à base d'amidon, de dextrines ou d'origine animale (caséine), ainsi que les colles synthétiques classiques telles que les colles vinyliques, à base de caoutchouc ou de latex[37] Ainsi, les colles se caractérisent par deux éléments essentiels : l'adhésion et la cohésion finale.

#### III .13.2- Différentes sources de colle animale

1-Les adhésifs à base d'os sont fabriqués en récupérant principalement des os dans les abattoirs, qui sont ensuite triés, broyés, nettoyés et bouillis. Le bouillon résultant se transforme en gelée qui, après séchage et durcissement, est commercialisée sous forme de plaques rectangulaires. [38]

2. Les adhésifs à base de peaux sont principalement fabriqués à partir de peaux de lapins. Après avoir été découpées en lanières, les peaux sont nettoyées et dégraissées à l'acide, puis bouillies dans des cuves en bois. Elles donnent des joints plus souples et moins cassants, et sont souvent mélangées avec des colles d'os.[38]

3. Les adhésifs à base de gélatine sont très visqueux et solides, mais leur utilisation est plus délicate car ils refroidissent plus rapidement. En général, ils sont présentés sous forme de pastilles ou de plaques.[38]



**Figure III.6 : colle animal [38]**



## Chapitre 03 : Valorisation les résidus de bétails

### III .13.3-Type de colle animale

**Tableau III.2** : principaux types de colles naturelles leurs destination avantage et inconvénient [39]

colles naturelles	principaux types	destination principales	avantages	Inconvénients
<b>Fortes</b>	Os	travaux de plaque	Longévité en atmosphère sèche ;	Longues à préparer ;
	colles liquides	collage secondaires jouets	Possibilité de reprise ; Épaisseur des joints sans effet sur la résistance mécanique des assemblages ; Neutres : n'oxydent pas les métaux.	Nécessité d'emploi à chaud sauf pour les colles liquides Résistance faible à l'humidité
<b>Caséine</b>	caséine aviation	réparation d'avion petite construction navale	Idem	Attaquables par les microorganismes, sauf dans le cas de
	caséine contenant des antiseptiques	charpente lamellé-collé (emploi intérieur)	Idem ; Bonne résistance des joints au feu.	formulation spéciale ; Tache les bois contenant du tanin.

### III .13.4-Fabrication de colle à partir des os et de peaux d'animaux

#### III .13.4.1-A partir de peaux [40]

**-Traitement des peaux :** Les peaux sont trempées et macérées pendant 15 à 18 jours dans des cuves contenant du lait de chaux, puis égouttées. Cette étape permet de décomposer les protéines et autres matières organiques présentes dans la peau, afin de faciliter leur élimination. Elle rend également la peau plus souple et plus facile à travailler. Le lait de chaux est obtenu en mélangeant de l'eau et de l'oxyde de calcium, qui réagit avec les protéines pour les décomposer.

## Chapitre 03 : Valorisation les résidus de bétails

---

Après cette étape, les peaux sont égouttées pour éliminer l'excès de liquide et sont prêtes pour la suite du processus de fabrication du cuir.

**-Étape de tri** : Les matières échaudées sont immergées à nouveau dans du lait de chaux pour éliminer les parties insolubles. Cette étape est effectuée dans de grands bassins, suivie d'un lavage à grande eau et d'un égouttage.

**-Extraction** : Avant le séchage complet des peaux, introduction dans une chaudière à deux fonds (pour que celles-ci ne soient pas en contact direct avec le feu) avec de l'eau et chauffage à douce ébullition ; les matières s'affaissent et la portion liquide augmente. Après quelques heures, les peaux sont entièrement submergées ; poursuite du chauffage en remuant pour avoir une température uniforme et, par un robinet situé au bas de la cuve, prélèvement d'échantillons. Quand il prend masse avec le froid

**-Processus de Soutirage** : Après la fermeture du feu et un temps de repos d'environ 20 minutes, le robinet est ouvert pour transférer la solution dans une autre chaudière maintenue à une température inférieure à 100°. Après une période de 4 à 5 heures, la "colle claire" est extraite par soutirage.

**-Processus de Moulage** : La solution est coulée dans des moules en bois ou en zinc soigneusement nettoyés, dans une pièce très froide pour permettre à la gélatine de prendre rapidement. Ce processus est connu sous le nom de "rafraîchissoir".

**-Étape de découpage et de séchage** : La découpe est réalisée à l'aide d'une lame en cuivre, puis les pièces sont disposées sur des filets pour être séchées.

**-Processus de lustrage** : Les plaques de gélatine ternes sont trempées dans de l'eau chaude et polies avant d'être emballées dans des tonneaux.

Dosages En règle générale, le dosage est de 100 grammes de colle par litre d'eau ; la colle est d'abord laissée quelques heures dans l'eau froide afin qu'elle " gonfle ", puis mise au bain-marie jusqu'à ce qu'elle soit entièrement dissoute. L'application de la colle se fait à chaud et, sauf ajout de conservateurs moisit en quelques jours. Enfin, celle-ci perd ses propriétés lors de réchauffements successifs : il est important de ne préparer que la quantité de colle nécessaire à son travail. L'ajout de pigments est fonction du résultat souhaité

### III .13.4.2-A partir d'os [40]

**-Fabrication** : Il existe deux méthodes principales pour fabriquer de la colle de peau.

**-Première méthode** est la suivante : Réduction des os en poudre. Ajout d'eau et chauffage jusqu'à ébullition pendant 12 heures. Repos, puis soutirage. Réchauffement pour une évaporation rapide, puis moulage.

## Chapitre 03 : Valorisation les résidus de bétails

---

**-Deuxième méthode :** Cette méthode est utilisée pour les os ayant une grande surface, tels que les os de la tête et les os plats. Voici les étapes : 1/ Les os sont trempés dans un bain d'acide chlorhydrique pendant environ dix jours. 2/ Le bain d'acide est remplacé par une solution hydrochlorique et les os sont immergés pendant 24 heures.

- + Les os sont lavés à l'eau claire pour éliminer les traces d'acide.
- + La matière restante est traitée à l'eau bouillante comme dans la première méthode, puis moulée.

Le dosage habituel est de 20 à 30% de colle par litre d'eau, et la fabrication est similaire à celle des colles de peau. Cette colle est généralement présentée sous forme de grains, et s'appelle "Colle forte en grains".

### III .14-Conclusion

La gélatine a toujours été un aliment sain et sûr. Les fabricants de gélatine européens représentent a haute qualité, ce qui nous oblige à sélectionner avec soin des matières premières de haute qualité, ainsi qu'au processus de fabrication en plusieurs étapes. Ils vont de la détermination des parties du corps de l'animal pouvant être utilisées comme matières premières aux paramètres physiques et chimiques pour la conversion en produit final.

Un adhésif de bonne qualité et peu coûteux a été créé, respectant la santé des utilisateurs et l'environnement. En s'inspirant des adhésifs présents dans l'environnement naturel et en fabriquant de la colle à partir de résidus d'animaux, ce type de colle animale est commercialisé sous forme de flocons, de granulés ou de feuilles, ce qui permet de le préparer facilement avec une concentration précise. La colle est utilisée dans les ateliers de restauration, notamment lors du traitement des supports en tissu, et elle présente de nombreuses autres utilisations.

### Référence Bibliographique

- [1]- Métabolisme protéique Collège des Enseignants de Nutrition » Université Médicale Virtuelle Francophone. (2011).
- [2]-Myllyharju, J., &Kivirikko, K. I. (2004). Collagens, modifying enzymes and their mutations in humans, flies and worms. *Trends in Genetics*, 20(1), 33-43.
- [3] -Ricard-Blum, S., & Ruggiero, F. (2005). The collagen superfamily: from the extracellular matrix to the cell membrane. *Pathologie Biologie*, 53(7), 430-442.
- [4]- 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*, 2, 4660-4670. DOI: 10.1039/c4tb00327f
- [5]- Brodsky, B., & Persikov, A. (2005). Molecular structure of the collagen triple helix. *Advances in Protein Chemistry*, 70, 301-339. DOI: 10.1016/S0065-3233(04)70009-1
- [6]- Ledward, D. A., & Mitchell, J. R. (1986). Gelation of gelatin. In *Functional Properties of Food Macromolecules* (pp. 171-201). Elsevier Applied Science.
- [7]- Foret, S. (année non spécifiée). Étude d'un nouveau procédé de fractionnement des coproduits de fabrication de jambon sec et des propriétés physico-chimiques et fonctionnelles des extraits et raffinats.
- [8]- Rbii, K. (2010). Formation d'agrégats de hauts poids moléculaires dans la gélatine et comportement en solution aqueuse (Thèse de doctorat en pathologie, toxicologie, génétique et nutrition). Université de Toulouse, pp : 21-38.
- [9]- Gelatine Manufacturers of Europe (GME). (année non spécifiée). Récupéré sur <http://www.gelatine.org>.
- [10] -GME. (année non spécifiée). GME Gelatine Manufacturer of Europe. Récupéré sur <https://www.gelatine.org/fr/lagelatine/fabrication>.
- [11]- R. K. (2010). Formation d'agrégats de haut poids moléculaires dans la gélatine et comportement en solution aqueuse (Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, Toulouse).

### **Chapitre 03 : Valorisation les résidus de bétails**

---

- [12] -ALMDAL, K., D. J. H. S. K. O. (1993). Towards a phenomenological definition of the term "gel." Polymer gels and networks.
- [13]- INRS. (2016). Procédé de dégraissage et de lavage dans l'industrie. France.
- [14]- R. D. F., P. P. A. C. W. e. E. H. Muhammad Al. (2021). Preparation, Properties and Potential of Carrageenan-Based Hard Capsules for Replacing Gelatine. MDPI.
- [15]- G. F. (2007). Phases denses de collagène de type I : transition isotrope/cholestérique, fibrillogenèse et minéralisation. UMPC, Paris.
- [16] -M. N. G. B. P. Z. e. J. M. R. Dasong Liu. (2015). Collagen and Gelatin. In Online ebook: Annual Review of Food Science and Technology.
- [17]- M. V. C. e. B. A. Shamasundar. (2013). Texture Profile Analysis and Functional Properties of Gelatin from the Skin of Three Species of Fresh Water Fish. India: Department of Fish Processing Technology, Karnataka Veterinary, Animal and Fisheries Sciences University, College of Fisheries, Mangalore, India.
- [18]- N. M. S. M. K. Z. S. N. J. M. M. S. e. A. H. A. R. ZamzahailaMohd Zin. (2020). Halal and Non-Halal Gelatine as a Potential Animal By-Products in Food Systems: Prospects and Challenges for Muslim Community. ATLANTA: ATLANTIS PRESS.
- [19]- R. D. F., P. P. A. C. W. e. E. H. Muhammad Al. (2021). Preparation, Properties and Potential of Carrageenan-Based Hard Capsules for Replacing Gelatine. MDPI.
- [20] -Q. W. e. X. R. Chenjie Baircid. (2017). Selective Extraction of Collagen Peptides with High Purity from Cod Skins by Deep Eutectic Solvents. Japan: American Chemical Society.
- [21]- L. V. G. L. e. P. B. Elain Anne. (2002). Concentration and desalination of fish gelatin by ultrafiltration and continuous diafiltration processes. France.
- [22]- G. Ü. Ü. K. e. E. M. Durmuş Sert. (2021). Development of Gelatine-based edible film by addition of whey powders with different demineralization ratios: Physicochemical, thermal, mechanical and microstructural characteristics. International Journal of Dairy Technology, Turkey.
- [23]- W. d. Z. M. N. J. B. e. P. v. D. Yasmine Mosleh. (2020). The Structure–Property Correlations in Dry Gelatin Adhesive Films. Advanced Engineering Materials, New Zealand.

## Chapitre 03 : Valorisation les résidus de bétails

---

- [24] -Bousba-Bazid S. (2015). Études spectrale et microscopique du système gélatine/ carboxyméthyl cellulose sodique en absence et en présence de NaCl, CaCl<sub>2</sub> et du glucose dans le domaine alimentaire. Mémoire de doctorat, Université Ferhat Abbas Setif-1.
- [25] -Merveille C. N. D. (2011). Étude structurale et rhéologique des systèmes mixtes caséinates/carraghénanes. Thèse de Doctorat, Université du Maine faculté des Science.
- [26]- Bousba-Bazid. (2015). Études spectrale et microscopique du système gélatine/ carboxy méthyl cellulose sodique en absence et en présence de NaCl, CaCl<sub>2</sub> et du glucose dans le domaine alimentaire. Mémoire de doctorat, Université Ferhat Abbas Sétif-1.
- [27]- Borghi A, Cojazzi M, Fichera G, Panzavolta A.M, Roveri S. (2000).Structural and mechanical properties of crosslinked drawn gelatin films. J. Therm. Anal., 61, 451-459.
- [28] -GME. (2005). Standard methods for the testing of edible gelatin. In Gelatine Manufacturers of Europe.
- [29]- Rosenbloom J., Harsch M., Jimenez S. (1973). Hydroxyproline content determines the denaturation temperature of chick tendon collagen. Archives of biochemistry and biophysics, 158, 478-484.
- [30] -Rose, P.I. (1987). Gelatin in Encyclopedia of Polymer Science and Engineering.
- [31] -<https://www.francopur.com/lexique/gelification/>
- [32]- M. C. Martini and M. Seiller. (2000). Actifs et Additifs en Cosmétologie, 3ème éd. Tec et Doc.
- [33]- Ward, A.G., & Courts, A. (1977). The science and technology of gelatin. London: Academic Press.
- [34] -Chène, C. (2000). La Gélatine. J. de l'Adriano, Agro-jonction, N° 24, 752-788.
- [35]- Anonyme. (2001). Le Centre d'Information sur la Gélatine.
- [36]- Meyer, M.C., Straughn, A.B., Mhatre, R.M., Hussain, A., Shah, V.P., Bottom, C.B., Cole, E.T., Lesko, L.L., Malinowski, 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.
- [37]- FEICA, Fédération Européenne des industries de colles et adhésifs. (2007). Le petit Manuel des colles et mastics.

### **Chapitre 03 : Valorisation les résidus de bétails**

---

[38]- Kheloufi, L. (2000). Adhésifs et techniques de collage caractérisation de l'adhérence. Mémoire de Magister, Université de Boumerdes.

[39]- Sébastien, CH. (2011). Durabilité des assemblages colle: Aspects mécaniques et physico-chimiques. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux I.

[40]- Copyright@phonem2000 pour le Site Français du Meuble Peint, [www.meublepeint.com](http://www.meublepeint.com)  
Tous droits réservés. Revu le: 17 janvier 2001.



## Chapitre04 :

Rôle de l'électromécanique  
dans la fabrication de gélatine

### **IV.1-Introduction**

L'électromécanique joue un rôle crucial dans la fabrication de la gélatine. En intégrant des machines et des équipements électromécaniques, il est possible d'optimiser les différentes étapes du processus de production. Ces technologies modernes permettent d'améliorer l'efficacité, la précision et la productivité de la fabrication.

Les machines électromécaniques automatisent les opérations clés et offrent un contrôle précis des paramètres du processus. Cela conduit à une meilleure qualité du produit final et à une réduction des erreurs humaines.

L'utilisation de machines telles que les broyeurs, les cuves d'extraction, le filtre-pressé, les évaporateurs à vide, les séchoirs à tambour et les machines d'extraction des graisses permet d'optimiser les étapes spécifiques de la fabrication de la gélatine.

L'électromécanique offre également des avantages en termes de sécurité et de durabilité. Les machines sont conçues pour résister aux conditions de travail difficiles et garantir la sécurité des opérateurs tout en respectant les normes industrielles.

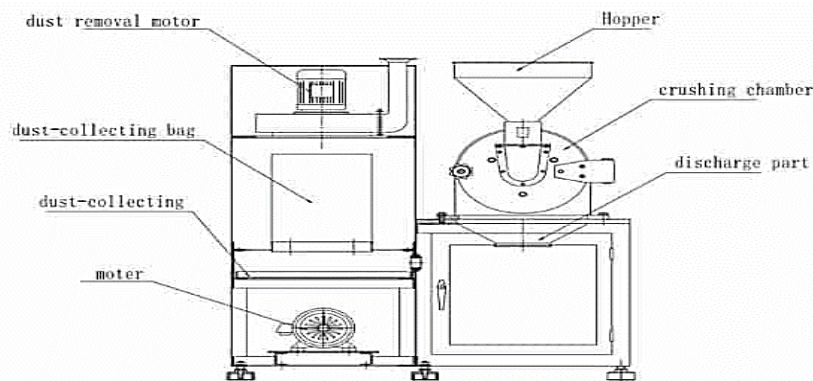
### **IV.2- Broyeuse à résidus**

#### **IV.2.1- Définition**

Un broyeur à résidus pour la fabrication de gélatine est un équipement utilisé dans l'industrie de la gélatine pour réduire les résidus d'os, de peau ou d'autres matières premières animales en particules plus fines. La gélatine est une substance protéique obtenue à partir du collagène présent dans les tissus d'animaux. Pour produire de la gélatine, les matières premières sont traitées pour éliminer les impuretés, puis elles sont broyées pour obtenir une consistance plus homogène.

Le broyeur à résidus joue un rôle important dans ce processus en permettant de réduire les résidus en morceaux plus petits. Cela facilite le traitement ultérieur des matières premières, tel que le trempage, la cuisson ou l'extraction du collagène. Le broyage permet d'augmenter la surface de contact des particules, ce qui facilite la libération des composants souhaités lors des étapes de traitement ultérieures.

Les broyeurs à résidus utilisés dans l'industrie de la gélatine peuvent être de différents types, tels que des broyeurs à marteaux, des broyeurs à couteaux ou des broyeurs à cylindres. Ils sont conçus pour être robustes et capables de traiter des volumes importants de matières premières de manière efficace.[1]



**Figure IV.1** : Broyeur de poudre de conception sans poussière [1]

### IV.2.2-Principe de fonctionnement de la machine broyeur à résidus

Le principe de fonctionnement d'un broyeur à résidus du côté électromécanique repose sur l'utilisation d'un moteur électrique pour entraîner le broyeur. Voici les étapes générales du fonctionnement :

- ✚ **Alimentation** : Les résidus à broyer sont introduits dans la trémie d'alimentation du broyeur.
- ✚ **Démarrage du moteur** : Lorsque le moteur électrique est activé, il fournit la puissance nécessaire pour actionner le broyeur.
- ✚ **Broyage** : Le moteur fait tourner un rotor équipé de lames, marteaux, couteaux ou autres outils de broyage. Les résidus sont saisis par ces outils et sont réduits en morceaux plus petits par l'action de broyage.
- ✚ **Évacuation** : Les particules broyées sont généralement évacuées à travers une ouverture dans le broyeur. Selon l'application spécifique, elles peuvent être recueillies dans un conteneur ou dirigées vers une autre étape du processus de production.
- ✚ **Contrôles et sécurité** : Les broyeurs à résidus électromécaniques sont souvent équipés de systèmes de contrôle pour gérer le fonctionnement du moteur, la vitesse de rotation du rotor, les dispositifs de sécurité tels que les arrêts d'urgence, et d'autres fonctions de sécurité pour prévenir les accidents

Il convient de noter que les broyeurs à résidus peuvent varier en fonction de leur conception spécifique et de l'application visée. Certains broyeurs peuvent avoir des caractéristiques supplémentaires, tels que des tamis pour contrôler la taille des particules, des mécanismes

d'ajustement de la vitesse, ou des systèmes de refroidissement pour éviter la surchauffe du moteur.[2]

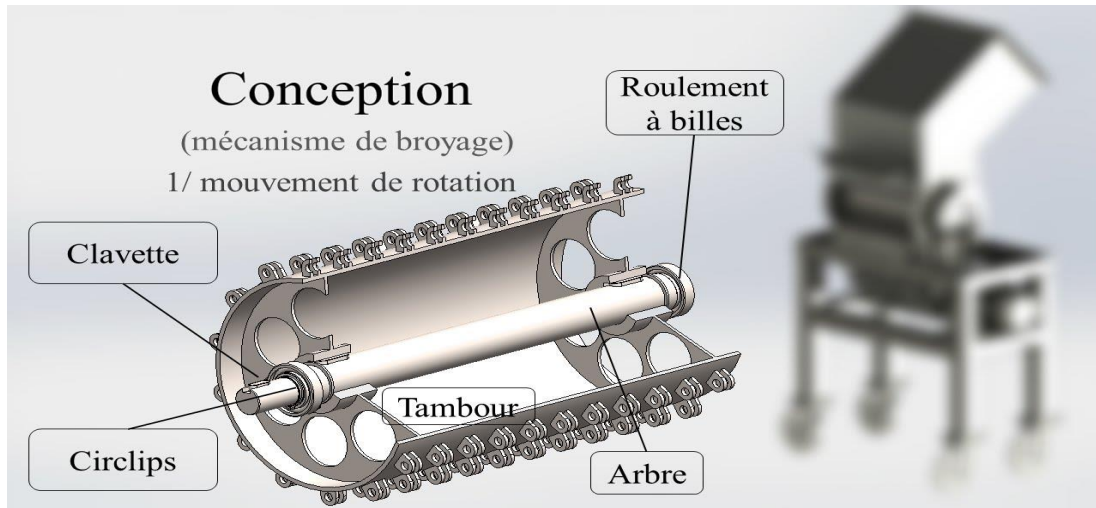


Figure IV.2 : Mécanisme de broyage [2]

### IV.2.3- Cas pratique du broyeur à résidus

Supposons que nous travaillons dans une usine de production de gélatine, et notre tâche consiste à utiliser un broyeur à résidus pour traiter les matières premières animales et obtenir des particules fines prêtes pour les étapes de traitement ultérieures.

#### Étape 1 : Préparation

On prépare le broyeur à résidus en s'assurant qu'il est propre et en bon état de fonctionnement. On vérifie également les réglages du broyeur en fonction de la taille des particules souhaitée pour la gélatine.

#### Étape 2 : Alimentation

On charge les résidus d'os, de peau ou d'autres matières premières animales dans la trémie d'alimentation du broyeur. On doit s'assurer du respect des normes de sécurité et les procédures appropriées lors de la manipulation des matières premières.

#### Étape 3 : Démarrage

Mettre en marche le moteur électrique du broyeur, ce qui entraîne le rotor équipé d'outils de broyage. Le moteur fournit la puissance nécessaire pour effectuer le broyage des résidus.

### **Étape 4 : Broyage**

Les résidus sont capturés par les outils de broyage du rotor, tels que les lames ou les marteaux, et sont réduits en morceaux plus petits à mesurer qu'ils passent à travers le broyeur. Les particules broyées sont généralement évacuées par une ouverture dans le broyeur.

### **Étape 5 : Contrôle de la taille des particules**

Selon les spécifications de production de gélatine, on peut utiliser des tamis ou des grilles pour contrôler la taille des particules broyées. Cela garantit que les particules obtenues sont conformes aux exigences de la gélatine.

### **Étape 6 : Collecte des particules**

Les particules broyées sont collectées dans un conteneur ou dirigées vers une étape de traitement ultérieure, telle que le trempage, la cuisson ou l'extraction du collagène.

### **Étape 7 : Maintenance et nettoyage**

Une fois le broyage des résidus est terminé, on effectue les opérations de maintenance nécessaires sur le broyeur. Cela peut inclure le nettoyage du broyeur, la vérification de l'usure des pièces et tout autre entretien préventif requis.

Ce cas pratique illustre comment un broyeur à résidus peut être utilisé dans le processus de fabrication de la gélatine pour réduire les matières premières animales en particules fines, prêtes pour les étapes de traitement ultérieures.[3]

## **IV.3-Machine cuves d'extraction**

### **IV.3.1. Définition**

Les cuves d'extraction sont des équipements utilisés dans divers processus industriels pour extraire des substances ou des composants précieux à partir de matières premières. Ces cuves sont conçues pour faciliter l'extraction efficace des composés souhaités en utilisant des méthodes appropriées telles que l'extraction par solvant, l'extraction liquide-liquide ou d'autres techniques spécifiques.

Elles sont généralement construites en acier inoxydable ou en d'autres matériaux résistants aux produits chimiques. Elles sont conçues pour résister aux conditions de fonctionnement spécifiques, telles que la température, la pression et la corrosion, afin d'assurer la sécurité et la fiabilité du processus d'extraction.

## Chapitre 04 : Rôle de l'électromécanique dans la fabrication de gélatine

Les cuves d'extraction sont équipées de systèmes de mélange, de chauffage et de refroidissement pour faciliter les réactions chimiques, les transferts de masse et la séparation des composants. Elles peuvent également comporter des agitateurs, des filtres ou d'autres dispositifs pour améliorer l'efficacité de l'extraction.

Ces cuves sont utilisées dans diverses industries, notamment l'industrie chimique, pharmaceutique, alimentaire et des boissons, ainsi que dans la production d'huiles essentielles, de produits cosmétiques, de parfums et d'autres substances précieuses.[4]

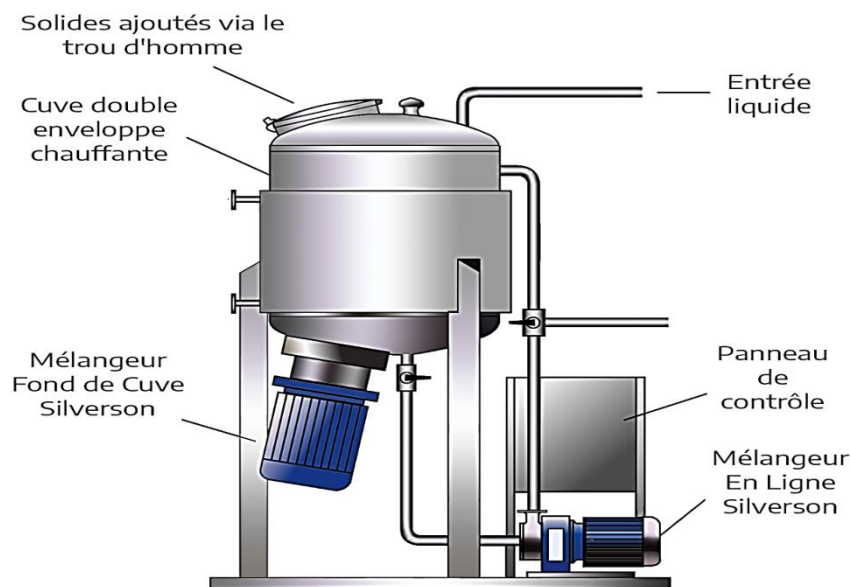


Figure IV.3 : Schéma des cuves d'extraction [4]

### IV.3.2- Principe de fonctionnement des cuves d'extraction

Le principe de fonctionnement électromécanique des cuves d'extraction peut varier en fonction des spécificités du processus d'extraction utilisé. Cependant, voici un aperçu général du principe de fonctionnement de ces machines.

**-Agitation :** Les cuves d'extraction sont souvent équipées de systèmes d'agitation qui sont alimentés par des moteurs électriques. Ces moteurs actionnent des agitateurs ou des hélices à l'intérieur de la cuve pour assurer un mélange homogène des matières premières et du solvant d'extraction.

**-Chauffage et refroidissement :** Dans de nombreux processus d'extraction, il est nécessaire de contrôler la température du mélange pour optimiser l'extraction. Les cuves d'extraction sont équipées de dispositifs de chauffage électriques, tels que des résistances électriques, qui fournissent de la chaleur pour augmenter la température. De même, des dispositifs de

## Chapitre 04 : Rôle de l'électromécanique dans la fabrication de gélatine

refroidissement, tels que des serpentins de refroidissement, peuvent être utilisés pour réduire la température du mélange si nécessaire.

**-Contrôle de la pression :** Certaines cuves d'extraction peuvent être conçues pour fonctionner sous pression contrôlée. Dans de tels cas, des systèmes de contrôle de pression électromécaniques, tels que des vannes ou des régulateurs de pression, sont utilisés pour maintenir la pression à des niveaux spécifiques et garantir des conditions d'extraction optimales.

**-Systèmes de pompage :** Les cuves d'extraction peuvent être connectées à des systèmes électromécaniques de pompage pour faciliter le transfert du mélange d'extraction vers d'autres étapes du processus, tels que des filtres, des réservoirs de récupération ou des unités de séparation.

**-Contrôle et surveillance :** Dans les applications industrielles, les cuves d'extraction peuvent être équipées de systèmes électromécaniques de contrôle et de surveillance pour surveiller et régler les paramètres importants tels que la température, la pression, le niveau de liquide, le débit et d'autres variables critiques. Ces systèmes peuvent être basés sur des capteurs et des actionneurs électriques qui fournissent des informations en temps réel et permettent d'ajuster les conditions de fonctionnement.

Il est important de noter que les cuves d'extraction peuvent être conçues de manière personnalisée en fonction des besoins spécifiques du processus d'extraction et des caractéristiques des matières premières. Par conséquent, le principe de fonctionnement électromécanique peut varier en fonction de ces paramètres spécifiques.[5]



**Figure IV.4 :** Cuves d'extraction [5]

### IV.3.3- Cas pratique de la machine cuves d'extraction

Un cas pratique de l'utilisation de la machine cuves d'extraction dans la fabrication de la gélatine est le processus d'extraction de la gélatine à partir de résidus d'animaux. Voici les étapes principales de ce cas :

**-Préparation des résidus d'animaux :** Les résidus d'animaux, tels que les os, la peau et les tendons, sont collectés et préparés en vue de l'extraction de la gélatine.



## Chapitre 04 : Rôle de l'électromécanique dans la fabrication de gélatine

---

**-Chargement des résidus dans les cuves d'extraction :** Les résidus d'animaux sont placés dans les cuves d'extraction, qui sont des récipients spécialement conçus pour ce processus.

**-Ajout de l'eau et du traitement enzymatique :** de l'eau est ajoutée aux cuves d'extraction pour créer un environnement propice à l'extraction de la gélatine. Des enzymes peuvent également être ajoutées pour faciliter le processus d'extraction.

**-Chauffage et agitation :** Les cuves d'extraction sont chauffées et agitées pour favoriser la dissolution de la gélatine dans l'eau. La chaleur et l'agitation aident à extraire les protéines de la gélatine des résidus d'animaux.

**-Filtration :** Une fois que l'extraction de la gélatine est terminée, le mélange est filtré pour séparer la gélatine liquide des résidus solides. Cela se fait généralement à l'aide d'un filtre-presse ou d'autres systèmes de filtration appropriés.

**-Concentration de la gélatine :** La gélatine extraite est ensuite concentrée en éliminant une partie de l'eau, cela peut être réalisé en utilisant un évaporateur à vide, qui permet d'évaporer l'eau à basse température et sous vide.

**-Refroidissement et conditionnement :** La gélatine concentrée est refroidie pour former des gélatines solides. Elle peut ensuite être conditionnée dans différents formats, tels que des feuilles, des poudres ou des granulés, en fonction des besoins du client.

**-Contrôle qualité :** Tout au long du processus, des contrôles qualité sont effectués pour s'assurer de la conformité de la gélatine aux normes et aux spécifications requises.

Ce cas pratique démontre comment la machine cuves d'extraction joue un rôle essentiel dans le processus de fabrication de la gélatine à partir de résidus d'animaux. Elle permet d'extraire efficacement la gélatine des matériaux bruts, en garantissant la qualité et la pureté du produit final.[6]

### IV.4- Machine filtre-presse

#### IV.4.1- Définition

Un filtre-presse est une machine utilisée dans le processus de fabrication de la gélatine pour séparer les solides des liquides à travers un système de filtration. Il est principalement utilisé pour éliminer les impuretés et les particules solides des liquides contenant les protéines de collagène extraites des résidus d'animaux.

Le filtre-presse se compose généralement d'un ensemble de plaques filtrantes disposées en alternance avec des plaques de soutien. Les plaques filtrantes sont recouvertes d'un matériau

## Chapitre 04 : Rôle de l'électromécanique dans la fabrication de gélatine

filtrant qui permet le passage des liquides tout en retenant les particules solides. Les plaques sont maintenues ensemble dans un cadre robuste, formant des chambres de filtration.

Le liquide contenant les protéines de collagène est introduit dans les chambres de filtration, puis une pression est appliquée sur les plaques filtrantes. Cette pression force le liquide à travers le matériau filtrant, tandis que les solides sont piégés à l'intérieur des chambres. Les liquides filtrés sont collectés et peuvent être utilisés dans les étapes suivantes du processus de fabrication de la gélatine.

Le filtre-presse est un élément clé dans le traitement des liquides de la gélatine, car il permet d'obtenir une séparation efficace des solides indésirables, assurant ainsi la qualité et la pureté du produit final.[7]



Figure IV.5 : Le filtre presse [7]

### IV.4.2- Principe de fonctionnement de la machine filtre-presse

Le principe de fonctionnement électromécanique d'un filtre-presse dans la fabrication de la gélatine implique l'utilisation de moteurs électriques et de composants mécaniques pour actionner les différentes étapes du processus. Voici une description du fonctionnement électromécanique d'un filtre-presse :

**\*Préparation et montage :** Les plaques filtrantes sont préparées avec les matériaux filtrants appropriés et assemblées dans le filtre-presse. Les moteurs électriques et les actionneurs mécaniques sont positionnés et prêts à être utilisés.

**\*Remplissage de la chambre de filtration :** Le liquide contenant les protéines de collagène est introduit dans la chambre de filtration du filtre-presse à l'aide de pompes. Les vannes électromécaniques contrôlent le flux du liquide et le remplissage de la chambre.

**\*Application de la pression :** Une fois que la chambre de filtration est remplie avec le liquide, la pression est appliquée pour forcer le liquide à travers le matériau filtrant. Cette pression est

## Chapitre 04 : Rôle de l'électromécanique dans la fabrication de gélatine

générée en actionnant les moteurs électriques qui alimentent les vérins hydrauliques ou les pompes à piston.

**\*Séparation des solides et des liquides :** Sous l'effet de la pression, les liquides passent à travers les plaques filtrantes, tandis que les solides sont retenus. Les moteurs électriques continuent de maintenir la pression constante pendant la phase de filtration.

**\*Élimination des solides :** Une fois que la filtration est terminée, les moteurs électriques peuvent être utilisés pour actionner les mécanismes de déchargement automatique. Cela peut impliquer le déplacement des plaques filtrantes pour faciliter le retrait de la gélatine filtrée contenant les solides.

**\*Nettoyage et préparation pour la prochaine utilisation :** Après l'élimination des solides, les moteurs électriques peuvent être utilisés pour effectuer des opérations de nettoyage, tels que le rinçage des plaques filtrantes et des chambres de filtration, en utilisant des jets d'eau ou des solutions de nettoyage.

Le fonctionnement électromécanique d'un filtre-pressé dans la fabrication de la gélatine permet un contrôle précis et automatisé du processus de filtration. Les moteurs électriques assurent le bon fonctionnement des différentes étapes, tandis que les composants mécaniques garantissent le mouvement et la pression nécessaires pour la séparation efficace des solides et des liquides.[8]

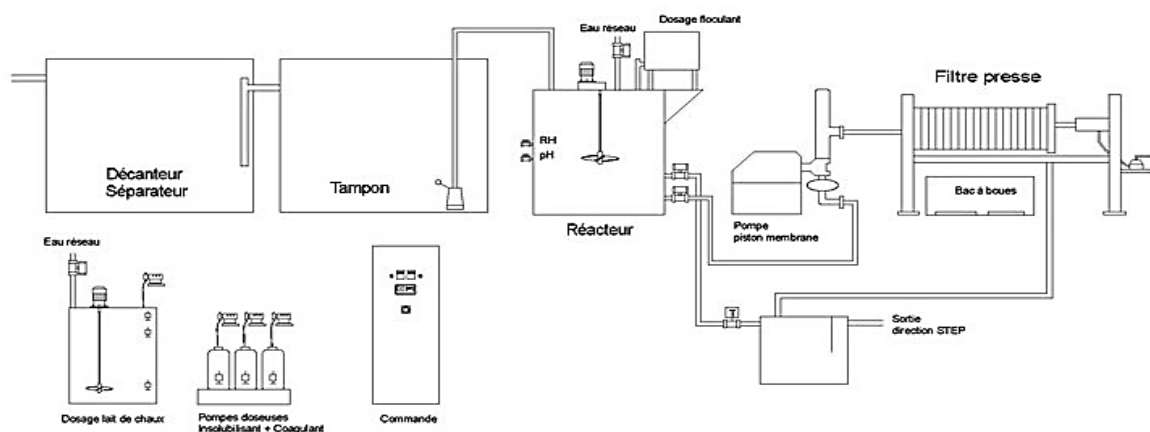


Figure IV.6 : Schéma Filtre –presse [8]

### IV.4.3-Cas pratique de la machine de filtre-pressé

Dans une usine de fabrication de gélatine, après l'extraction des protéines de collagène à partir des résidus d'animaux, le liquide contenant les protéines et les impuretés est acheminé vers le filtre-pressé pour être purifié.

## **Chapitre 04 : Rôle de l'électromécanique dans la fabrication de gélatine**

---

**-Préparation du filtre-presse :** Les plaques filtrantes sont préparées en installant les matériaux filtrants appropriés. Les plaques sont assemblées dans le filtre-presse en alternant entre les plaques filtrantes et les plaques de soutien.

**-Remplissage de la chambre de filtration :** Le liquide contenant les protéines de collagène est pompé dans la chambre de filtration du filtre-presse. Les vannes de contrôle permettent de réguler le débit du liquide pour un remplissage uniforme de la chambre.

**-Application de la pression :** Une fois que la chambre de filtration est remplie, la pression est appliquée à l'aide des moteurs électriques qui actionnent les vérins hydrauliques ou les pompes à piston. Cette pression permet de forcer le liquide à travers les plaques filtrantes et de retenir les particules solides.

**-Séparation des solides et des liquides :** Sous l'effet de la pression, les particules solides sont piégées entre les plaques filtrantes, formant des gâteaux filtrants, tandis que les liquides filtrés passent à travers les espaces entre les plaques et sont collectés dans des récipients appropriés.

**-Élimination des solides :** Une fois la filtration terminée, les gâteaux filtrants contenant les particules solides sont retirés du filtre-presse. Cela peut être fait en ouvrant les plaques filtrantes ou en utilisant des mécanismes de déchargement automatique.

**-Nettoyage et préparation pour la prochaine utilisation :** Après l'élimination des solides, le filtre-presse est nettoyé pour éliminer les résidus et préparer pour la prochaine utilisation. Les plaques filtrantes sont lavées et les réglages sont vérifiés pour assurer une performance optimale lors de la prochaine filtration.

Ce processus de filtration avec le filtre-presse permet de séparer efficacement les impuretés solides du liquide contenant les protéines de collagène, assurant ainsi la qualité et la pureté de la gélatine produite [9]

### **IV.5- Evaporateur à vide**

#### **IV.5.1-Définition**

Un évaporateur à vide est un équipement utilisé dans diverses industries, y compris la fabrication de la gélatine, pour évaporer les liquides à basse pression et à basse température. L'évaporateur à vide fonctionne en créant un environnement sous vide, ce qui permet à un liquide de s'évaporer à une température inférieure à son point d'ébullition normal.

## Chapitre 04 : Rôle de l'électromécanique dans la fabrication de gélatine

---

L'évaporateur à vide se compose généralement d'une chambre de vaporisation où le liquide est chauffé, d'un système de vide pour réduire la pression dans la chambre, et d'un condenseur pour récupérer les vapeurs générées lors de l'évaporation. Cette machine est largement utilisée dans l'industrie pour des applications telles que la concentration de liquides, la purification, l'élimination des solvants, la récupération de produits chimiques et bien d'autres. Il offre un moyen efficace de séparer les composants liquides d'une solution ou d'un mélange, en utilisant une température plus basse que celle requise par les méthodes traditionnelles



d'ébullition.[10]

**Figure IV.7** : Photo de la machine d'évaporation sous vide [10]

### IV.5.2- Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement de l'évaporateur à vide du côté électromécanique est basé sur l'utilisation de composants électriques et mécaniques pour assurer le bon fonctionnement de l'équipement.

L'évaporateur à vide est généralement équipé d'une pompe à vide qui crée une pression négative à l'intérieur de la chambre d'évaporation. Cette dernière est alimentée par un moteur électrique qui génère la force nécessaire pour aspirer l'air et créer le vide.

En plus de la pompe à vide, l'évaporateur à vide peut également être équipé d'autres composants électromécaniques tels que des capteurs de pression, des vannes électromagnétiques et des commandes électroniques. Ces composants permettent de contrôler et de régler le processus d'évaporation en fonction des besoins spécifiques.

Par exemple, les capteurs de pression peuvent mesurer la pression à l'intérieur de la chambre d'évaporation et transmettre ces informations aux commandes électroniques. Sur la base de ces informations, les commandes électroniques peuvent ajuster automatiquement les paramètres de fonctionnement de l'évaporateur, tels que la vitesse de la pompe à vide ou l'ouverture/fermeture des vannes, afin de maintenir une pression et une température stables et optimales pour le processus d'évaporation.

En résumé, le principe de fonctionnement électromécanique de l'évaporateur à vide repose sur l'utilisation de composants électriques tels que les moteurs et les commandes électroniques, ainsi que de composants mécaniques tels que les pompes à vide, pour assurer le bon fonctionnement de l'équipement et le contrôle précis du processus d'évaporation.[11]

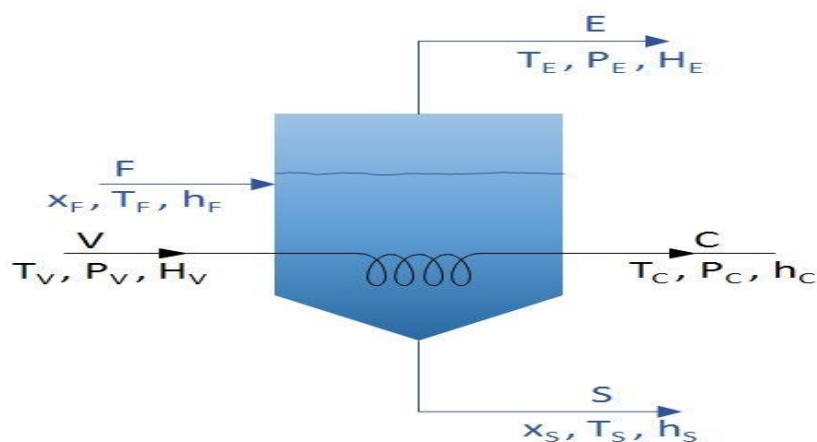


Figure IV.8 : Principe de l'évaporation sous vide [11]

### IV.5.3-Cas pratique de l'évaporateur à vide

L'évaporateur à vide est largement utilisé dans l'industrie de la fabrication de gélatine pour différentes applications. Voici un cas pratique de son utilisation dans le processus de fabrication de gélatine :

**-Alimentation de la solution de gélatine :** La solution de gélatine, généralement obtenue à partir de résidus animaux, est introduite dans l'évaporateur à vide.

**-Évaporation de l'eau :** L'évaporateur crée un vide à l'intérieur de la chambre d'évaporation, ce qui permet à l'eau contenue dans la solution de gélatine de s'évaporer à une température plus basse que son point d'ébullition normal. Cela permet de concentrer la solution de gélatine en éliminant l'excès d'eau.

**-Récupération de la vapeur :** La vapeur d'eau qui s'échappe de la solution de gélatine est collectée et condensée dans un condenseur. Cette vapeur condensée peut être récupérée et réutilisée, réduisant ainsi les pertes de chaleur et d'eau.

**- Concentration de la solution :** au fur et à mesure que l'eau s'évapore, la solution de gélatine se concentre progressivement, ce qui augmente la teneur en gélatine et en autres composants souhaités.

**-Contrôle du processus :** Le processus d'évaporation est contrôlé en ajustant les paramètres tels que la température, la pression du vide et le débit de la solution de gélatine. Des capteurs et des contrôles automatisés peuvent être utilisés pour assurer un fonctionnement précis et efficace de l'évaporateur à vide.

**- Collecte du produit final :** Une fois que la solution de gélatine a atteint la concentration souhaitée, elle peut être collectée en tant que produit final prêt à être utilisé dans diverses applications, telles que l'industrie alimentaire, pharmaceutique ou cosmétique.

L'utilisation de l'évaporateur à vide dans la fabrication de gélatine permet d'obtenir une concentration précise et efficace de la solution, tout en réduisant les coûts d'énergie et en optimisant les rendements de production.[11]



### IV.6- Séchoir à tambour

#### IV.6.1- Définition

Un séchoir à tambour est une machine utilisée dans de nombreux secteurs industriels, y compris la fabrication de gélatine, pour sécher et déshydrater des matériaux ou des produits. Voici une définition plus détaillée de cette machine :

Un séchoir à tambour est composé d'un tambour rotatif à l'intérieur duquel les matériaux à sécher sont introduits. Le tambour est généralement chauffé par une source de chaleur externe, telle qu'un brûleur à gaz ou un élément chauffant électrique. Lorsque le tambour tourne, les matériaux sont agités et répartis de manière uniforme, favorisant ainsi un séchage homogène.

Le séchoir à tambour peut être équipé de diverses fonctionnalités pour optimiser le processus de séchage, telles que des systèmes de contrôle de la température, de l'humidité et de la vitesse de rotation du tambour. Ces fonctionnalités permettent de réguler et d'ajuster les paramètres du séchage en fonction des besoins spécifiques du matériau à sécher.[12]



**Figure IV.9 :** Séchoir rotatif à tambour [12]

#### IV.6.2-Principe de fonctionnement de la machine

Le principe de fonctionnement électromécanique du séchoir à tambour repose sur l'utilisation de différents composants électriques et mécaniques pour assurer son fonctionnement. Voici une description du principe de fonctionnement côté électromécanique :

\* **Moteur :** Le séchoir à tambour est équipé d'un moteur électrique qui fournit la puissance nécessaire pour faire tourner le tambour. Le moteur est généralement contrôlé par un système de commande qui règle la vitesse de rotation du tambour en fonction des besoins de séchage.

## Chapitre 04 : Rôle de l'électromécanique dans la fabrication de gélatine

**\*Résistance électrique** : Pour chauffer le tambour et fournir la chaleur nécessaire au processus de séchage, le séchoir à tambour est souvent équipé d'une résistance électrique. La résistance est alimentée en courant électrique et génère de la chaleur qui est transmise au tambour.

**\* Système de commande** : Le séchoir à tambour peut être équipé d'un système de commande électromécanique qui permet de régler et de contrôler différents paramètres du processus de séchage. Cela peut inclure la surveillance de la température, la gestion de la vitesse de rotation du tambour, le réglage de la durée du séchage, etc.

**\*Capteurs** : des capteurs électromécaniques peuvent être utilisés pour surveiller diverses conditions du séchoir à tambour, telles que la température, l'humidité ou la présence de matériaux. Ces capteurs transmettent des informations au système de commande, qui peut ensuite ajuster les paramètres en conséquence.

**\*Système de ventilation** : un système de ventilation électromécanique est utilisé pour faire circuler l'air chaud à l'intérieur du séchoir à tambour. Ce système comprend des ventilateurs électriques qui aspirent l'air et le font circuler à travers les matériaux à sécher, favorisant ainsi l'évaporation de l'humidité. [13]

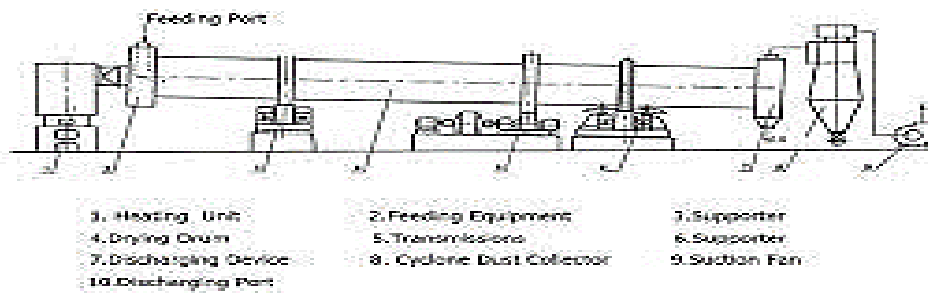


Figure IV.10 : Schéma du séchoir rotatif à tambour [13]

### IV.6.3- Cas pratique de la machine

Dans le processus de fabrication de la gélatine, après l'extraction et la filtration, le mélange de gélatine est généralement sous forme liquide ou semi-liquide. Pour obtenir une gélatine solide et stable, il est nécessaire de procéder à un processus de séchage. C'est là qu'intervient le séchoir à tambour.

Une fois le mélange de gélatine prêt, il est versé sur le tambour du séchoir à tambour. Le tambour est ensuite mis en rotation grâce à un moteur électrique. Pendant que le tambour tourne,

## **Chapitre 04 : Rôle de l'électromécanique dans la fabrication de gélatine**

---

une résistance électrique située à l'intérieur du tambour chauffe l'air, créant ainsi un courant d'air chaud à l'intérieur du séchoir.

Le mélange de gélatine se répand sur la surface du tambour chaud et commence à sécher progressivement. L'air chaud circule à travers les matériaux, entraînant l'évaporation de l'humidité présente dans la gélatine. La rotation du tambour permet une exposition homogène de la gélatine à la chaleur, ce qui favorise un séchage uniforme.

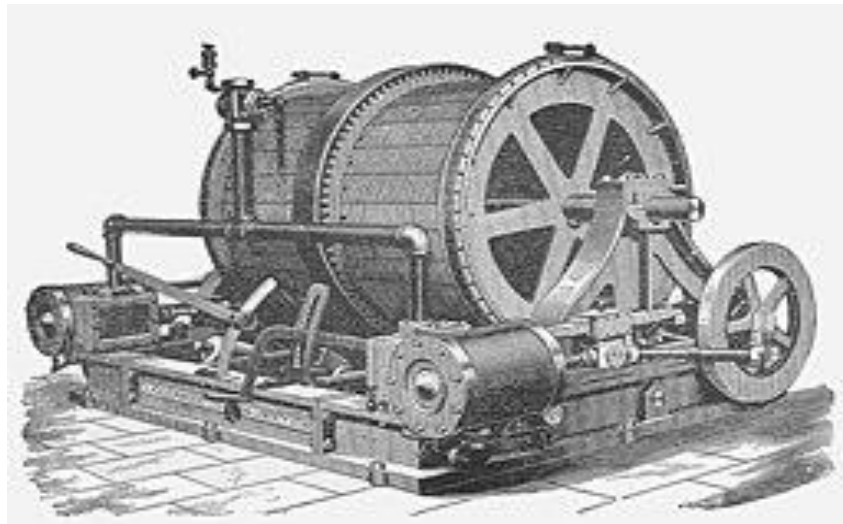
Pendant le processus de séchage, un système de ventilation assure l'évacuation de l'air humide du séchoir, permettant ainsi une meilleure évaporation de l'humidité. Les capteurs intégrés au séchoir à tambour surveillent en continu la température et l'humidité à l'intérieur du séchoir, permettant ainsi un contrôle précis du processus de séchage. Une fois que la gélatine atteint le niveau de séchage souhaité, elle est retirée du séchoir à tambour. Elle se présente alors sous forme solide et peut être transformée en différentes formes entaillées selon les besoins. [13]

### **IV.7- Machine d'extraction des graisses**

#### **IV.7.1. Définition de la machine**

La machine d'extraction des graisses utilisée dans la fabrication de la gélatine est un équipement spécifique conçu pour extraire les graisses des résidus d'animaux utilisés comme matière première. Cette machine joue un rôle essentiel dans le processus de fabrication de la gélatine, car elle permet de séparer les graisses des autres composants des résidus.

La machine d'extraction des graisses pour la fabrication de la gélatine permet d'obtenir des graisses de haute qualité à partir des résidus d'animaux, ce qui contribue à la production d'une gélatine pure et de qualité. Elle joue un rôle important dans le processus de transformation des matières premières en produit final. [14]



**Figure IV.11** : Machine d'extraction des graisses [14]

### IV.7.2-Principe de fonctionnement de la machine

Le principe de fonctionnement électromécanique de l'extraction des graisses peut varier en fonction du type de la machine utilisée. Cependant, de manière générale, voici un aperçu du principe de fonctionnement électromécanique de l'extraction des graisses :

**-Alimentation des résidus** : Les résidus contenant des graisses sont introduits dans la machine à travers une trémie d'alimentation.

**-Prétraitement des résidus** : Selon les besoins, les résidus peuvent être prétraités avant l'extraction des graisses. Cela peut inclure le broyage, le concassage ou le chauffage des résidus pour faciliter l'extraction.

**-Extraction des graisses** : Les résidus sont soumis à un processus d'extraction pour séparer les graisses du reste des composants. Cela peut être réalisé par pression mécanique, extraction par solvant ou d'autres méthodes adaptées à l'extraction des graisses.

**-Séparation des graisses** : une fois les graisses extraites, elles sont séparées du mélange résiduel. Cela peut être effectué par des méthodes de filtration, de décantation ou de centrifugation.

**-Collecte des graisses** : Les graisses extraites sont collectées dans des réservoirs ou des récipients appropriés pour un usage ultérieur.

Le principe de fonctionnement électromécanique de l'extraction des graisses implique l'utilisation de composants électriques et mécaniques tels que des moteurs, des actionneurs, des systèmes de contrôle et des éléments de transmission de puissance pour assurer le bon fonctionnement de la machine.[15]

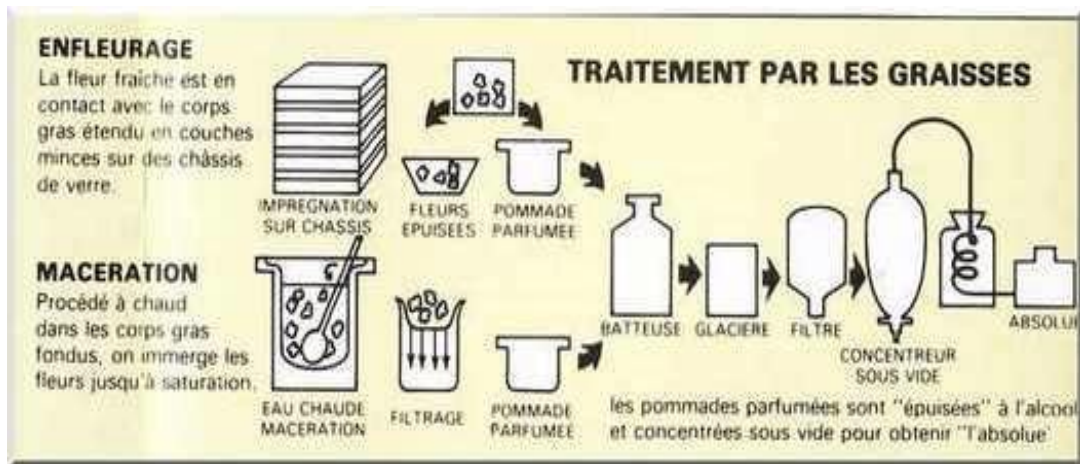


Figure IV.12 : Traitement par les graisses [15]

### IV.7.3- Cas pratique de la machine d'extraction des graisses

Un cas pratique de cette machine dans le cadre de la fabrication du gélatine pourrait être le suivant :

-Dans une usine de transformation de sous-produits animaux, les graisses sont extraites des matières premières telles que les os, les peaux ou les déchets de viande. Une machine d'extraction des graisses est utilisée pour effectuer cette opération.

-Le processus commence par le chargement des matières premières dans la machine. Les matières premières sont chauffées à une température élevée, généralement grâce à la vapeur, afin de fondre les graisses qu'elles contiennent.

- Une fois que les graisses sont fondues, elles sont séparées du reste des matières premières. Cela se fait généralement en utilisant un système de filtration ou de décantation. Les graisses sont collectées dans un réservoir séparé, tandis que les résidus solides restent dans la machine.

- Les graisses extraites sont ensuite traitées pour éliminer les impuretés et obtenir un produit purifié. Cela peut impliquer des étapes telles que le refroidissement, la décantation supplémentaire ou le filtrage fin.

- Le produit final, qui est la graisse purifiée, peut être utilisé dans diverses applications, y compris la fabrication de gélatine. La graisse de qualité est précieuse car elle peut contribuer à la texture, la consistance et les propriétés de la gélatine produite.

- Il est important de noter que le cas pratique peut varier en fonction des spécificités de l'usine et du processus de fabrication utilisé. Les machines d'extraction des graisses peuvent être adaptées en fonction des besoins et des contraintes de chaque entreprise. [16]

### **IV.8- Conclusion**

En conclusion, l'électromécanique joue un rôle fondamental dans la fabrication de la gélatine en permettant l'automatisation, l'optimisation et la standardisation des processus. Les machines électromécaniques améliorent l'efficacité, la précision et la productivité de la production de gélatine. Elles permettent un contrôle précis des paramètres et des variables du processus, garantissant ainsi une qualité constante du produit final. De plus, l'utilisation de ces technologies modernes assure la sécurité des opérateurs et la conformité aux normes industrielles. L'intégration de l'électromécanique dans la fabrication de la gélatine a révolutionné l'industrie, offrant des solutions avancées pour répondre aux besoins croissants du marché. En fin de compte, l'électromécanique est indispensable pour atteindre une production efficace, fiable et de haute qualité de gélatine.

### Référence bibliographique

- [1] -Kalla, A. (Dissertation non publiée). Extraction de la gélatine à partir de l'os camelin (*Camelus dromedarius*). UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA.
- [2]-Mimoune, S., & Dilmi, T. (2020). Implémentation de la commande vectorielle (à flux orienté) sans capteur d'un moteur sans balais (BLDC) sur le processeur TMS320F2802F. (Dissertation de niveau universitaire non publiée). Univ Msila.
- [3]- Duquennoi, C., & Bellin, I. (2018). Déchets : Changez-vous les idées! : Comment réduire et valoriser nos déchets au quotidien. Déchets, 1-184.
- [4]- Asiedu, J. J. (1991). La transformation des produits agricoles en zone tropicale : approche technologique. KARTHALA Editions.
- [5] -Pansu, M., Gautheyrou, J., & Loyer, J.-Y. (1998). L'analyse du sol : échantillonnage, instrumentation et contrôle. Paris: Masson.
- [6]- Durand, P., & Lagouin, Y. (1983). Valorisation des sous-produits de la pêche-Réalisation et perspectives. Science et Pêche, 330, 5-20.
- [7]- Scaccia, O. (2012). Les filtres UV et les nanoparticules de dioxyde de titane. (Dissertation non publiée).
- [8]- Tosoni, J. (2015). Compréhension des facteurs de contrôle des performances de la déshydratation mécanique des boues résiduaires en filtre-presse. (Dissertation de niveau universitaire non publiée). Clermont-Ferrand 2.
- [9]- Ghrieb, A. (2014). Étude pratique de la filtration d'une eau chargée de bentonite par filtre presse à cadres et à plateaux.
- [10] -Lagunez Rivera, L. (2006). Etude de l'extraction de métabolites secondaires de différentes matières végétales en réacteur chauffé par induction thermomagnétique directe. (Dissertation non publiée).
- [11] -Mazoun, I., & Bouhedda, M. (2015). Automatisation d'une chaîne de distillation industrielle en utilisant un API et une IHM Étude et réalisation.
- [12]- Derkaoui, M. (2012). Contribution à l'analyse du couplage d'un séchoir agro-alimentaire à une machine thermique fonctionnant à l'énergie solaire. (Dissertation non publiée). Mustapha Douani.



## **Chapitre 04 : Rôle de l'électromécanique dans la fabrication de gélatine**

---

[13] -Vasseur, J. (2010). Séchage industriel : principes et calcul d'appareils-Séchage convectif par air chaud (partie).

[14]- Guillerme, A. (2007). La naissance de l'industrie à Paris : entre sueurs et vapeurs, 1780-1830. Editions Champ Vallon.

[15] -Belbaki, A., & Louaer, O. (2021). Etude expérimentale et modélisation de l'extraction des lipides des matrices végétales. (Dissertation de niveau universitaire non publiée). Université Constantine 3 Salah Boubnider, Faculté de génie des procédés pharmaceutiques.

[16]- Durand, P., & Lagouin, Y. (1983). Valorisation des sous-produits de la pêche-Réalisation et perspectives. Science et Pêche, 330, 5-20.



# Partie pratique

Dans cette partie expérimentale, nous avons pu réaliser deux machines qui vont faciliter notre travail dans notre future entreprise et effectuer le traitement chimique au niveau de tous les domaines le nécessitant cette intervention.

### PARTIE 01 : MACHINES REALISES

#### 1- Machine mobile de dépouillage du bétail (cas pratique)

##### 1.1 -Descriptif de l'invention

L'invention concerne un dispositif permettant de dépouiller les animaux en limitant les risques de dégradation tant de la peau que de la chair et réduisant considérablement la manutention.

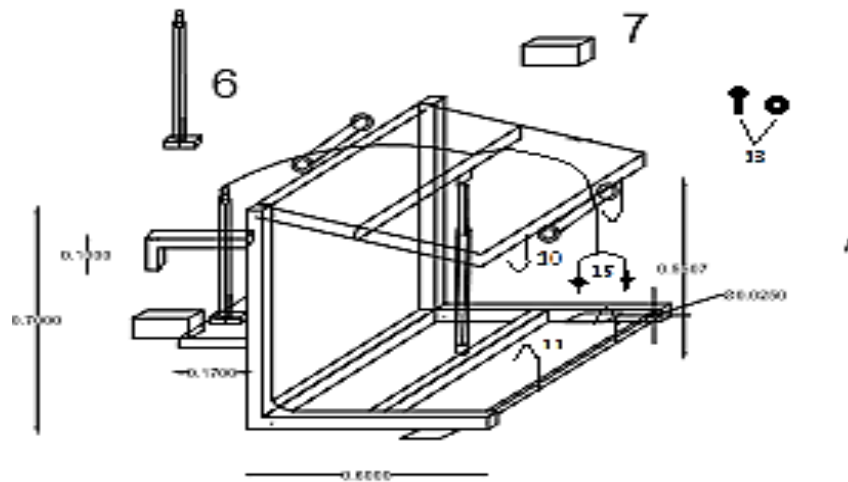


Figure 1 : Machine de dépouillage

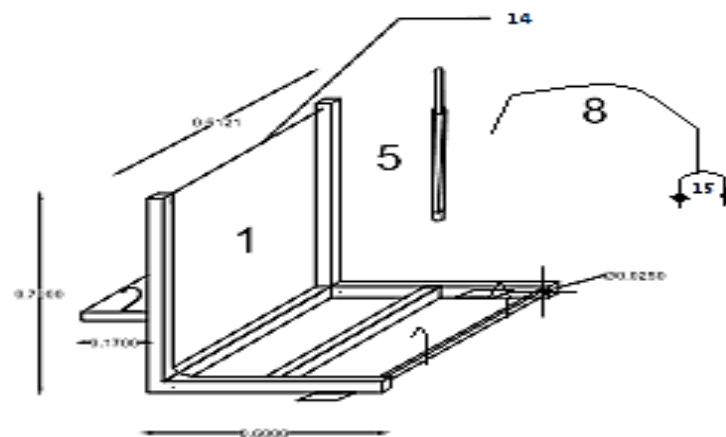
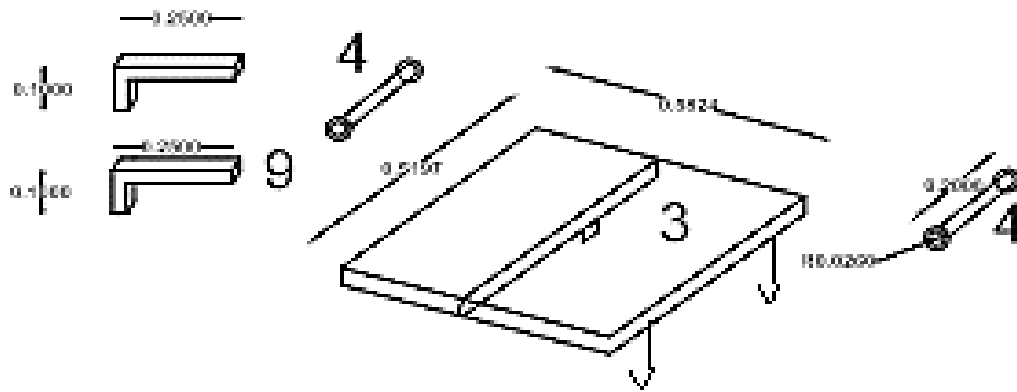


Figure 2 : Support de la machine



**Figure 3:** Plaque métallique de support pour la pompe

### 1.2-Mode de réalisation de la 1<sup>ère</sup> invention

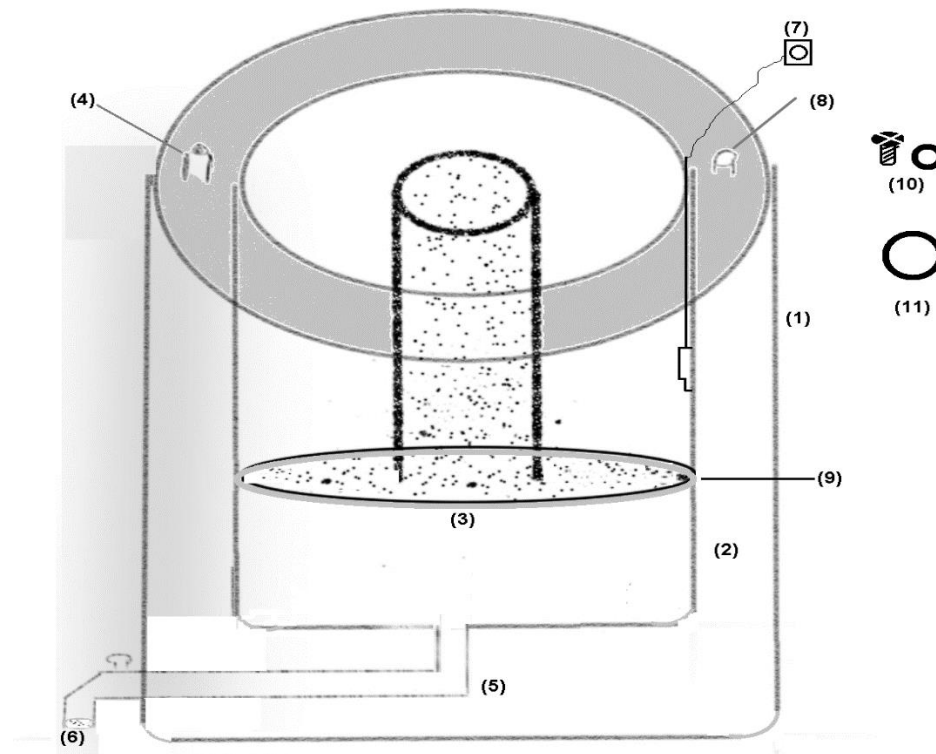
Au départ, nous avons utilisé une scie électrique pour découper quatre supports inférieurs rectangulaires (40 \* 30) et les souder à l'aide d'un appareil de soudage afin d'obtenir la base, élément (12), de forme rectangulaire. Ensuite, nous avons de nouveau découpé du fer (40 \* 30) à l'aide de la scie électrique et l'avons soudé à l'aide de l'appareil de soudage pour obtenir deux supports verticaux, élément (1). Un support pour le moteur électrique, élément (2), a été fixé sur : Les deux supports verticaux, puis l'extrémité des supports verticaux, élément (1), ont été percés à l'aide d'une perceuse. La plaque, élément (3), a été fixée aux supports, élément (1), à l'aide de l'axe, élément (14). Ensuite, nous avons percé deux parties distantes de la plaque pour insérer deux poulies, élément (4), à l'aide d'écrous, élément (13). Nous avons également soudé un cadre métallique supplémentaire au milieu de la base, élément (12), puis nous l'avons percé pour fixer la pompe hydraulique, élément (5), à l'aide d'écrous, élément (13). Ensuite, nous avons connecté l'extrémité opposée de la pompe à la plaque, élément (3), à l'aide d'écrous, élément (13). Le moteur électrique, élément (6), a été fixé au support du moteur, élément (2), à l'aide d'écrous, élément (13). Nous avons également soudé deux crochets, élément (10), sur le bord de la plaque, élément (3), ainsi que deux crochets, élément (11), sur le bord de la base, élément (12). Nous avons également soudé deux crochets, élément (9), pour fixer la machine sur le camion.

Enfin, nous avons soudé deux pinces, élément (15), sur le fil métallique renforcé, élément (8), qui passe à travers les poulies, élément (4), et l'avons enroulé sur la bobine du moteur, élément (6).

### 2- Marmite pour l'extraction et la filtration de la gélatine à partir des résidus de peau

#### 2.1-Descriptif de l'invention

L'invention a été mise en œuvre pour l'extraction de la gélatine. Elle facilite la décomposition du collagène et permet l'obtention d'une gélatine filtrée pure de manière sûre, propre et économique dans un temps record.



**Figure 4 :** Marmite utilisée pour l'extraction et la filtration des résidus de de la peau animale.

#### 2.2-Mode de réalisation de la 2<sup>ème</sup> invention

Nous avons commencé par l'utilisation d'une scie électrique pour couper la partie supérieure de la Marmite en acier pressé afin d'obtenir la structure externe (élément 1). Ensuite, nous avons de nouveau utilisé la scie électrique pour couper la partie supérieure d'une autre Marmite en acier pressé, de diamètre plus petit que la première, pour obtenir la structure interne (élément 2). Nous avons ensuite utilisé une perceuse pour percer le bas de la structure interne (élément 2) également pour percer le bas de la partie latérale de la structure externe (élément 1). Nous avons utilisé un tour à métaux pour usiner un tube en acier (élément 5) et le relier au trou

## Partie pratique

---

situé en bas de la structure interne (élément 2). Ensuite, nous avons utilisé à nouveau le tour à métaux pour installer un robinet équipé d'un filtre (élément 6) dans le trou situé en bas de la partie latérale de la structure externe (élément 1). Nous avons également utilisé le tour à métaux pour usiner l'extrémité du tube en acier (élément 5) et le connecter au robinet équipé d'un filtre (élément 6). Ensuite, nous avons utilisé un appareil de soudage pour souder le support du filtre (élément 9) à l'intérieur de la structure interne de la Marmite (élément 2) et y avons placé le filtre (élément 3). Nous avons utilisé la scie électrique pour couper une plaque en acier en forme de cadre circulaire, puis nous l'avons soudé sur le côté supérieur de la structure interne (élément 2) et l'avons fixée avec le côté supérieur de la structure externe (élément 1) à l'aide d'une charnière en caoutchouc (élément 11) et de boulons en acier inoxydable (élément 10). Nous avons ensuite utilisé une perceuse pour faire un trou dans le cadre circulaire, puis nous avons utilisé le tour à métaux pour usiner ce trou et installer l'aérateur d'air (élément 4). Nous avons de nouveau utilisé la perceuse pour faire un trou sur la droite du cadre circulaire, puis nous avons utilisé le tour à métaux pour usiner ce trou et installer l'écoulement d'eau (élément 8). Enfin, nous avons installé un régulateur thermique (élément 7) pour mesurer et contrôler la température de la Marmite.

### **PARTIE 02 : TRAITEMENT CHIMIQUE**

#### **1-Extraction de la plante de Mimosa**

Le but de cette manipulation est de préparer un type de tanin végétal (tanin de mimosa) utilisé dans notre chaîne de préparation et de traitement des peaux d'animaux.

##### **1.1-Matériaux utilisés**

La plante choisie est le mimosa. La partie utilisée est l'écorce de mimosa qui est collectée dans la région de Tébessa.



**Figure 5:** Arbre et écorce de mimosa avant le broyage

### 1.2-Etapes du travail expérimental

- Extraction des polyphénols
- Analyse des polyphénols
- Extraction des polyphénols

Préparation des écorces de mimosa

- ✚ **Séchage** : dans une étuve à 50°C on met les écorces de mimosa à une humidité constante et nous les pesons avant et après séchage.
- ✚ **Broyage** :Le broyage de la plante a été effectué dans un broyeur électrique.



**Figure 6** : Ecorce de mimosa après le broyage.



## Partie pratique

---

### + Extraction

On introduit 100g d'écorce broyée dans un ballon de 2L puis on ajoute 1L d'eau distillé, on mélange et on le met dans une chauffe ballon pendant 4heures. On répète l'opération quatre fois.



**Figure 7 :** Montage de chauffage à reflux.

### + Filtration

Après cela on sépare les parties solide et liquide par filtration sous vide.



**Figure 8 :** Filtration sous vide.

## Partie pratique

---

### ✚ Evaporation

Le liquide récupéré et concentré à l'aide d'un évaporateur à une température de 90°C.



**Figure 9 :** Evaporation



**Figure10 :** Echantillon après évaporation

### ✚ Lyophilisation

La lyophilisation est une technique de séchage qui consiste à retirer l'eau d'un produit en le gelant, puis en le soumettant à une basse pression qui vaporise l'eau sous forme de vapeur. Cela permet de conserver le produit plus longtemps sans altérer sa qualité, car la lyophilisation préserve la structure et la composition chimique du produit. Cette technique est souvent utilisée dans

l'industrie alimentaire et pharmaceutique pour la conservation des aliments, des médicaments, des vaccins, des enzymes et d'autres produits biologiques sensibles à la chaleur ou à l'humidité.



**Figure 11:** Lyophilisateur



**Figure12:** Extrait de l'écorce de mimosa après extraction.

### 1.4-Résultats et discussion

Le présent travail porte sur l'étude de l'extraction des polyphénols à partir d'écorces d'arbre de mimosa pour le tannage des peaux d'animaux. Dans cette partie, les résultats concernant les calculs des extraits secs, les rendements en tanins et les tests photochimiques qui seront présentés pour qualifier et quantifier les tanins résultant de l'extraction.

### 1.4.1-Détermination de la teneur en matière sèche

Pour évaluer la quantité de matière sèche dans un échantillon, il est nécessaire de mesurer sa teneur en eau. Le résultat de la teneur en matières sèche dans l'extrait de mimosa est présenté dans le tableau 1. **Tableau1** : Teneur en matières sèche dans l'extrait de mimosa.

Masse avant le séchage	Masse après le séchage	Masse de matériel biologique	Teneur en matière sèche
100g	58 ,36g	204g	20%

Nous constatons à partir de ce tableau la présence d'un taux de 20% d'eau dans l'écorce de mimosa, ceci est logique du fait que l'analyse est réalisée sur des échantillons qui ont été récoltés en Mars 2023.

### 1.4.2-Détermination du rendement de l'extraction du tanin

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 2.

**Tableau2** : Rendement de l'extraction du tanin.

Echantillon	Mimosa
Rendement du tanin(%)	26 ,2

Selon le tableau2, l'étude du rendement d'extraction des tanins à partir des écorces de mimosa a montré 26 ,2% de rendement.

Afin de mieux contextualiser le rendement obtenu dans cette étude, nous présenterons, dans le tableau 3, les taux d'extraction de tanins rapportés dans d'autres travaux.

**Tableau 3** : les taux d'extraction de tanins rapportés dans d'autres travaux.

Espèce	Rendement	Référence
Mimosa	30-33%	Pizza, 1994

Le rendement d'extraction des tanins de mimosa dans notre étude (26,2%) se rapproche à celui donné dans le littérature (Pizza, 1994)

Plusieurs facteurs ont une influence sur le rendement et la qualité de l'extraction, tels que la nature de l'espèce, l'âge de l'arbre, l'origine géographique, la durée de stockage ainsi que la méthode d'extraction utilisée.

### 1. 3-Tests phytochimiques

Les tests phytochimiques sont réalisés sur les extraits de tanins du mimosa pour mettre en évidence la présence des composés phénoliques qualitativement, les résultats sont présentés ci-dessous.

#### Test qualitatif

Ce test réalisé sur nos échantillons révèle l'apparition d'une coloration. La présence ou l'absence des polyphénols totaux est présentée dans le tableau 4.

**Tableau 4** : Polyphénols totaux

	résultat de test	la couleur	aspect
Mimosa	+	bleu-noirâtre	poudre

L'analyse phytochimique de nos extraits a révélé la présence de tanins, comme en témoigne la coloration bleu-noirâtre observée sur le mimosa, ce qui indique la présence de tanins galliques.



**Figure13** : Coloration de l'extrait de mimosa

### 2- Tannage de peau de lapin avec l'extrait de Mimosa

**Mode opératoire** : Dans la première partie, les peaux doivent avoir une bonne conservation (bien salées).



**Figure14** : Peau après la conservation

#### ✚ Le 1<sup>er</sup> Reverdissage (trempe)

Dans cette opération on a utilisé 500% d'eau et 8g d'antiseptique avec 8g de dégraissant pendant 3 heures.



**Figure15** : Trempe dans le foulon



### + Echarnage

Opération mécanique effectuée manuellement par une écharneuse afin d'éliminer le tissu sous-cutané (graisse).

Dans notre exemple, lors du tannage de la peau du lapin, nous avons enlevé la graisse à la main car la peau qui est très fragile.



**Figure16** :Echarneuse manuelle

### + La 2<sup>ème</sup> trempe pour éliminer toutes les graisses

On utilise 1500% d'eau et 24g de dégraissant pendant 24 heures, ensuite on ajoute 32g de dégraissant avec 64 g de carbonate de sodium pendant une durée entre 30 et 40 min.



**Figurer 17** : Peau de lapin après la 2<sup>ème</sup> trempe

### + Picklage

300% eau avec 1Kg de sel agité 15 min jusqu'à  $Be^{\circ} = (8-10)$ . Après cette opération, on utilise 2g d'acide formique pH=6 avec 4g d'acide sulfurique pH=5,8.

On ajoute l'acide formique et l'acide sulfurique jusqu'à un pH=4.





**Figure18** : Opération de picklage

### + Tannage

Après l'opération de picklage on utilise 26gde mimosa pendant 2h, on ajoute 30gde Retana A4 et 45g Retana SF pendant une durée de 45min, on ajoute du Grano fin PL pendant 20min. On ajoute alors 100g de catalix GS pour la souplesse de la peau, nous la laissons saupos toute la nuit puis on ajoute 3g de Formiate de sodium 30min.

### + Indice de rétraction

Lorsque la peau est chauffée (la molécule du collagène dans l'eau), à une certaine température, elle présente la caractéristique de se rétracter (phénomène appelé « shrinkage»). L'apport d'énergie est tel que les liaisons hydrogènes ne peuvent plus assurer le maintien de la triple hélice provoquant une libération des chaines qui vont se contracter et adopter une consistance semblable à du caoutchouc. Cependant, grâce à la présence de liaisons covalentes ainsi que de liaisons ioniques, la molécule n'est pas solubilisée. Des paramètres tels que le type de tannage, les effets du temps ou encore les phénomènes d'hydrolyse et d'oxydation ont un impact sur la température de rétraction. Pour cette raison la température de rétraction est mesurée pour évaluer l'état de dégradation d'un cuir.



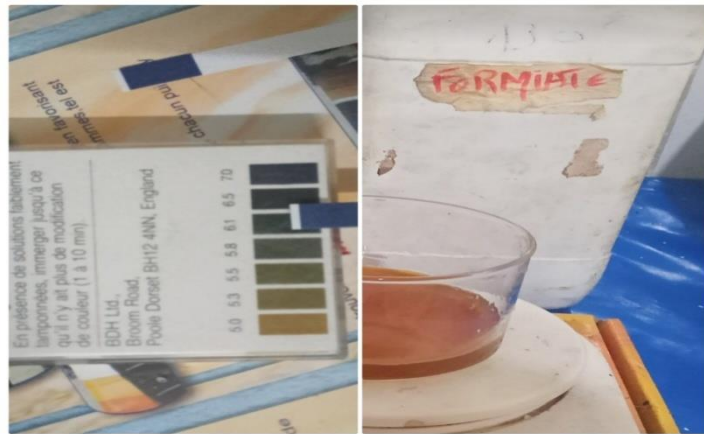
**Figure 19** : Indice de rétraction

## Partie pratique

---

### + Neutralisation

Cette opération a pour but d'éliminer les acides libres présents dans le cuir tanné .Dans cette opération on utilise 300% d'eau et 11g de formiate pendant 20min. le pH=6 avec 15g de Derminol CNR pendant une durée de 20 min.



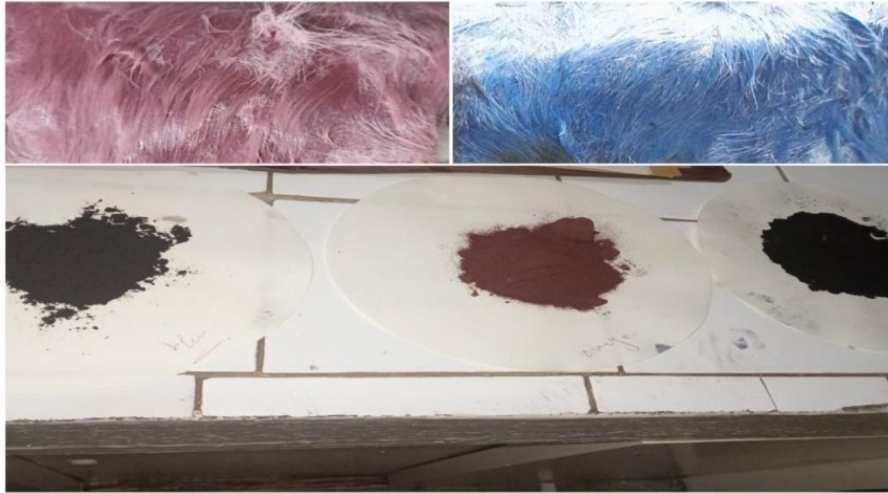
**Figure20** : Opération de neutralisation

### + Retannage

Dans cette opération on a utilisé 300%eau avec 15g de Retannal A4 et 22g de Retannal SF après 30min,onajoute 15g de Retannal DC et 8g de Retannal RCN 70 pendant 30min, puis avec 60g de Derminol SPE pour une durée de45min on ajoute 4g.d'acide formique pendant 30min

### + Teinture

Opération qui permet d'obtenir la coloration voulu.



**Figure21** : Peau teinture

### + Cadrage

Les cuirs sont tendus sur des tôles perforées aux moyens des pinces traversant un tunnel chaud et ventilé.



**Figure22** : Cadrage

## 2-Tannage de peau de lapin avec l'extrait de mimosa

Le tannage est une étape cruciale dans la production de cuir car elle confère aux peaux des propriétés d'imputrescibilité ainsi que de nouvelles caractéristiques telles que la résistance à l'eau, à la chaleur et des propriétés mécaniques. Les résultats obtenus à travers ce processus de transformation est représenté sur la Figure 22.



**Figure 23 : Peau tannée**

### **3-Fabrication de la gélatine à partir d'écharnage de peau**

L'objectif de cette étude consiste à valoriser les déchets d'abattage des bovins, on extrait de la gélatine à partir d'écharnage de peau et la colle à partir de l'os. Dans cette perspective, notre étude expérimentale se concentrera sur les aspects suivants : l'extraction de la gélatine, de la colle et la détermination des caractéristiques physico-chimiques de la gélatine obtenue.

#### **3.1-Mode opératoire de fabrication**

- ❖ Macération 1,5Kg d'écharnage de peau durant 48 heures dans une cuve contenant du lait de chaux suivi d'un lavage à grande eau.



**Figure 24 : Macération d'écharnage**

## Partie pratique

---

### + Extraction

On introduit dans la marmite d'extraction à deux fonds, pour que celles-ci ne soient pas en contact direct avec le feu, de l'eau et on la chauffe à 60°C. La matière s'affaissant, le liquide augmente après 5 heures puis reste au repos environ 20 min, puis on ouvre le robinet et on procède à la réception de la solution déposée au fond de la marmite.

Après cette étape de concassage de l'alun  $KAl(SO_4) \cdot 12H_2O$  dissolution dans la gélatine chaude et brassage.



**Figure 25 :** Extraction de la Gelatine

+ Nous la versons dans un moule et nous la mettons au réfrigérateur pour sécher.



**Figure 26 :** Gélatine extraite



### 3.2- Caractéristiques physico-chimiques

#### 3.2.1- Compositions physico-chimiques

##### Détection de la protéine

Pour détecter les protéines dans la gélatine, on prépare une solution de nitrate d'argent à une concentration de 2 % puis on prépare un échantillon de gélatine. On ajoute ensuite quelques gouttes de nitrate d'argent sur la gélatine. Les protéines dans la gélatine réagiront avec le nitrate d'argent, ce qui entraînera l'apparition d'une couleur argentée, indiquant la présence de protéines.



**Figure 27** : Détection de la protéine

##### Détermination de pH

Préparez la gélatine : Mettez 1 gramme de gélatine dans un récipient et ajoutez 10 ml d'eau distillée. Remuez bien le mélange jusqu'à ce que la gélatine se dissolve complètement dans l'eau. Attendez que la gélatine se stabilise : Laissez reposer la gélatine pendant quelques minutes jusqu'à ce qu'elle forme un gel et se stabilise dans la solution. Mesurez le pH. Placez l'électrode du pH-mètre dans la solution et lisez la valeur affichée à l'écran. Assurez-vous que le pH-mètre est correctement calibré en utilisant une solution d'étalonnage appropriée avant la mesure.



**Figure 28** : Détermination du pH.

## Partie pratique

### ✚ Capacité d'absorption d'eau

Une masse de l'échantillon  $m_0$  égale 1g est mélangé à 10ml d'eau distillée et agité pendant 30min à l'aide d'un agitateur, retirer ensuite le reste de gélatine  $m_1$ . Répéter l'opération trois fois.

La capacité d'absorption d'eau (CAE) est calculée selon la formule suivante :

$$\text{CAE}\% = m_1 - m_0 / m_0 \times 100$$



Figure 29 : Capacité d'absorption d'eau

### ❖ Détermination de viscosité

Pour déterminer la viscosité, nous préparons 40g de solution de gélatine et nous la mettons à l'intérieur de la partie cylindrique de l'appareil (viscosimètre) avec une petite balle de diamètre 15,81mm et mesurons la tempe avec un chronomètre puis calculons la viscosité selon la formule suivante :

$$\mu = 2(P_{\text{ball}} - P_{\text{liq}}) ga^2 / 9 V$$

- $P_{\text{bal}}$ : la masse volumique de balle
- $P_{\text{liq}}$ : la masse volumique de liquide
- $g$ : la gravité
- $a$ : le rayon
- $V$ : la vitesse





**Figure 30 :** Viscosimètre

### 3.3-Résultats et discussion

#### 3.3.1-Rendement de Fabrication de gélatine à partir d'écharnage de peau

En général Le rendement d'extraction de la gélatine dépend principalement de l'origine et des conditions de la matière première. Nous avons obtenu 13%.

<b>Echantillons</b>	gélatine extraite
<b>Rendement</b>	1,5Kg d'écharnage → 200g de gélatine (13%).

**Tableaux 5 :** Rendement d'extraction de gélatine.

#### 3.3.2- Analyses physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques ont été déterminés par les méthodes adéquates et rassemblées dans le tableau 6.

**Tableau 6 :** Résultats de détermination des paramètres physico-chimiques.

Echantillons	Gélatine extraite	Gélatine commercialisée
Détection des protéines	Présence	Présence
Mesure du pH	5,3	1
CAD (capacité d'absorption d'eau %)	21	60
Viscosité (Pas)	664,50	1087,18

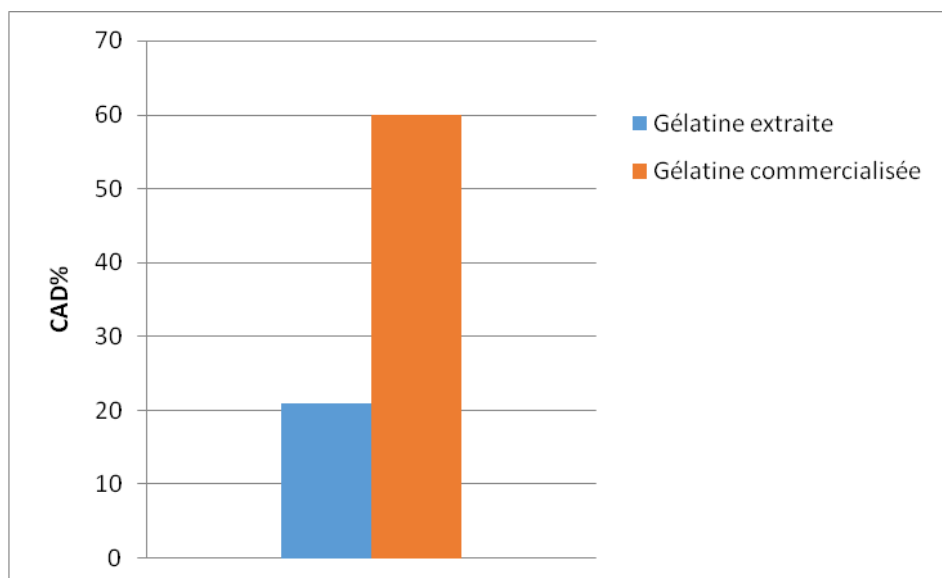
### 3.4-Discussion des paramètres physico-chimiques de gélatine

#### 3.4.1-Détermination de pH

Les valeurs connues pour la gélatine variant entre 4 et 6,3 ; cela dépend de la méthode d'extraction et la valeur du pH varie en fonction de l'application approuvée pour l'utilisation de la gélatine.

La valeur de pH obtenu dans cette expérience est élevé par rapport la gélatine commercialisée, ce qui implique un traitement supplémentaire de la gélatine avant sa commercialisation.

#### 3.4.2- Capacité d'absorption d'eau (CAD)



**Figure31** : Résultats de détermination de capacité d'absorption d'eau des échantillons de la gélatine extraite et commercialisée.

La capacité d'absorption d'eau est importante car elle conditionne la précision des divers résultats analytiques rapportés à la matière. La capacité d'absorption d'eau de la gélatine extraite est de 21%, ce qui est un faible pourcentage par rapport à la gélatine commercialisée (60%), ce qui explique que notre gélatine a été trop séchée. Il faut donc contrôler le séchage de cette dernière.

#### 3.2.3- Détermination de la viscosité

La viscosité dynamique est une mesure de la résistance d'un fluide à l'écoulement, elle joue un rôle important dans divers domaines tels que l'ingénierie des fluides, la mécanique des fluides, la pétrochimie, l'industrie pharmaceutique et la fabrication de produits alimentaires.

D'après les résultats obtenus par le viscosimètre, on remarque une différence de viscosité entre les deux échantillons. La viscosité de gélatine extraite est égale à 664,50 Kg/m.s et celle de la gélatine commercialisée est de 1087,18 kg/m.s. nous devons donc traiter la gélatine avec plus de précaution.

### 4-Extraction de la colle à partir d'os de bovin

#### Préparation des échantillons

Nous avons récupéré les os de bovin de l'abattoir de Tébéssa, puis nous les avons nettoyé avec de l'eau de robinet, en enlevant la moelle osseuse et tous les tissus mous. Ensuite, nous avons broyé les os en petites pièces et éliminé toute la graisse en les lavant à l'eau chaude. Enfin, nous les avons placés dans des sacs en plastique et les avons conservés au réfrigérateur jusqu'à leur utilisation.

- ❖ Le processus d'élimination des minéraux des os consiste à les tremper dans une solution d'acide chlorhydrique à 6% pendant 24 heures à température ambiante. Ensuite, l'échantillon est soigneusement lavé à l'eau du robinet jusqu'à ce que le pH de l'eau de rinçage soit neutre.
- ❖ L'échantillon est traité avec une solution d'hydroxyde de sodium à 1,5% pendant 48 heures afin d'éliminer les composés indésirables qui pourraient avoir des effets négatifs sur la composition physique et chimique de la colle finale. Ensuite, l'échantillon est soigneusement lavé à l'eau jusqu'à ce que le pH de l'eau soit neutre.

#### L'extraction

Mettre les os découpés dans un grand récipient et ajouter suffisamment d'eau pour les recouvrir complètement. Chauffez le récipient à différentes températures, soit 70°C et 80°C, pendant 6 heures. Ensuite, filtrez le mélange pour éliminer les particules d'os restantes et on se débarrasse de toutes les impuretés. Chauffez ensuite doucement le liquide de colle obtenu sur un feu doux pour permettre sa condensation et sa solidification. On continue à chauffer et à remuer doucement jusqu'à atteindre la concentration désirée, puis on le verse dans des moules et on le met au réfrigérateur pour le laisser prendre. Enfin on le broie.



**Figure 32:**Colle extraite



# Conclusion générale

## Conclusion générale

---

L'étude sur le traitement des cuirs et les résidus des bétails d'élevage met en lumière l'importance de l'industrie du cuir et de l'exploitation de ses déchets, ainsi que des os des bétails d'élevage, pour l'extraction de matières premières d'importance industrielle dans notre société. Elle souligne également les défis et les opportunités liés à cette activité.

Dans ce mémoire, nous avons utilisé des techniques chimiques et mécaniques dans le processus de tannage des peaux de bétail. Il s'agit d'un processus complexe qui nécessite différentes étapes pour transformer la peau brute en cuir de haute qualité, durable et esthétiquement attrayant. Parmi ces étapes, on retrouve le nettoyage, le trempage, le tannage proprement dit et la finition, chacune étant essentielle pour obtenir notre produit (cuir).

De plus, nous avons réalisé des machines spécialisées dans le processus de tannage et d'extraction de gélatine, contribuant à l'efficacité et à la qualité du produit final. Cette étude se concentre également sur l'innovation d'une machine de dépouillage des bétails d'élevage, afin d'obtenir des peaux exemptes de blessures, prêtes à être directement utilisées dans le processus de tannage. Cela permet de réduire le gaspillage et d'extraire également la substance de mimosa utilisée dans le tannage. De plus, l'exploitation des déchets de cuir pour l'extraction de gélatine devient possible grâce à l'innovation d'une marmite à double usage, tout en déterminant les propriétés chimiques.

Ce travail met en évidence l'importance de l'industrie du cuir et les différentes facettes de sa transformation. Elle souligne également l'importance de la récupération des déchets, offrant ainsi des perspectives intéressantes en termes de développement durable et de contribution à l'utilisation des machines spécialisées et de l'application de la mécanique pour améliorer la qualité et l'efficacité de ces processus afin de lutter contre la pollution environnementale.



# Résumé



## المخلص

الدباغة هي عملية تحويل جلد الحيوان إلى منتج مفيد (الجلد) ، من خلال عدة خطوات كيميائية وميكانيكية. إنه نشاط صناعي ملوث، حيث ينتج كميات كبيرة من النفايات العضوية غير القابلة للتحلل. بهدف الحد من هدر الجلود، المرمية في الطبيعة وخاصة خلال موسم عيد الاضحى، قمنا بابتكار آلة سلخ متقلة لنزع جلود الماشية، من أجل الحد من فقدان الجلد بسبب عدم كفاءة عملية السلخ. لقد ابتكرنا أيضًا غلاية لاستغلال بقايا الجلد في استخراج الجيلاتين الحلال، ومن خلال استغلال لحاء شجرة الميموزا لاستخلاص المادة النباتية الأساسية في دباغة جلود الماشية. بهدف الاستغلال الكامل للثروة الحيوانية، قمنا أيضًا بإجراء معالجة كيميائية لعظام الماشية المهذورة في المسالخ لاستخراج الغراء الحيواني المستخدم في العديد من الصناعات.

**الكلمات المفتاحية:** الدباغة، الجلد، المواشي، آلة سلخ، المواشي، غلاية، جيلاتين، غراء حيواني، الميموزا.

## Résumé

Le tannage est un processus de transformation de la peau animale en un produit utile, le cuir, à travers plusieurs étapes chimiques et mécaniques. Il s'agit d'une activité industrielle polluante, car elle génère de grandes quantités de déchets organiques non biodégradables. Dans le but de réduire ces déchets, et ceux rejetés dans la nature du même genre surtout en période des fêtes de Aïd Al-Adha, nous avons réalisé une machine de dépouillage mobile pour l'écorçage du bétail, afin de réduire les pertes de peau dues à des opérations d'écorçage inadéquates. Nous avons également innové en créant une marmite pour valoriser les résidus de peau dans l'extraction de la gélatine halal, et en exploitant l'arbre mimosa pour extraire la substance végétale essentielle dans le tannage des peaux de bétail. Dans le but d'une exploitation complète de la richesse animale, nous avons également réalisé un traitement chimique des os de bovins gaspillés dans les abattoirs pour extraire de la colle animale utilisée dans de nombreuses industries.

**Mots clés :** tannage, peau, cuir, bétail, machine, dépouillage, marmite, gélatine, colle animale, mimosa.

## **Summary**

Tanning is a process of transforming animal skin into a useful product, leather, through several chemical and mechanical steps. It is a polluting industrial activity, as it generates large quantities of non-biodegradable organic waste. In order to reduce this waste, and those rejected in nature of the same kind, especially during the Aid Al-Adha holiday season, we have produced a mobile skinning machine for the debarking of cattle, in order to reduce the loss of skin due to inadequate debarking operations. We have also innovated by creating a pot to recover skin residues in the extraction of halal gelatin, and by exploiting the mimosa tree to extract the essential plant substance in the tanning of cattle hides. With the aim of a complete exploitation of animal wealth, we have also carried out a chemical treatment of cattle bones wasted in slaughterhouses to extract animal glue used in many industries.

**Key words:** Tanning, the skin, leather, livestock, stripping, machine, pot, gelatin, animal glue, mimosa.