



HAL
open science

Le gel d'aloë vera en usage topique et ses vertus cicatrisantes

Margaux Roullier

► **To cite this version:**

Margaux Roullier. Le gel d'aloë vera en usage topique et ses vertus cicatrisantes. Sciences pharmaceutiques. 2015. dumas-01346255

HAL Id: dumas-01346255

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01346255v1>

Submitted on 18 Jul 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITE DE PICARDIE JULES VERNE
UFR DE PHARMACIE

**THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN
PHARMACIE**

Soutenue publiquement le **10 septembre 2015**

Par Mademoiselle **Margaux Roullier**

Thèse n°

**LE GEL D'ALOE VERA EN
USAGE TOPIQUE ET SES
VERTUS CICATRISANTES**

JURY

Président : M^r Guy CAVE, Professeur de galénique

Membres : M^r Roland MOLINIE, Maître de conférences de pharmacognosie

M^{lle} Valentine VERMONT, Docteur en Pharmacie

REMERCIEMENTS

A mon président de thèse,

Monsieur le Professeur Guy CAVE, Professeur de galénique à l'Université Picardie Jules Verne.

Vous m'avez fait le grand honneur d'accepter la présidence de mon jury de thèse. Je tiens à vous remercier pour votre disponibilité et votre confiance. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de ma plus vive reconnaissance et de mon profond respect.

A mes juges,

Monsieur Roland MOLINIE, Maître de conférences de pharmacognosie à l'Université Picardie Jules Verne.

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la direction de ma thèse. Pour la qualité de vos conseils, votre disponibilité ainsi que vos enseignements durant mon cursus universitaire. Veuillez trouver ici l'expression de mes sincères remerciements et de mon profond respect.

Mademoiselle Valentine VERMONT, Docteur en Pharmacie et une grande amie.

Pour avoir accepté de juger mon travail.
Pour m'avoir aidée et soutenue dans la réalisation de cette thèse.
Pour avoir été là durant ces 7 années.
Pour ton extrême gentillesse et ton amitié qui m'est si chère.
Je ne te remercierai jamais assez.

A l'amour de ma vie Adrien,

Pour tout l'amour que tu m'apportes au quotidien.
Pour ton soutien, ton extrême patience, tes précieux conseils, et ta grande aide dans la réalisation de ce travail.
Pour tous ces moments remplis d'amour et notre belle complicité.
Je t'aime infiniment.

A ma famille,

A mes parents,

Pour m'avoir permis de devenir ce que je suis aujourd'hui.
Pour m'avoir soutenue et encouragée durant toutes mes études.
Pour avoir cru en moi.
Pour tout l'amour que vous m'apportez.
J'espère que vous serez fiers de moi et avec tout mon amour, je vous dédie cette thèse.

A mes sœurs Léa, Chloé et Emma,

Pour tous ces moments passés ensemble.
Pour tous ces fous rires.
Pour votre soutien et votre amour.
Je ne peux que vous souhaitez le meilleur dans votre vie.

A mes beaux-parents Danièle et Dominique,

Pour leur soutien et leur extrême gentillesse.
Pour leur grande aide dans la réalisation de mon pot de thèse.
Pour m'avoir accueillie avec amour au sein de leur famille.

A mes amis,

A Camille, pour notre unique et belle amitié, pour tous ces moments passés ensemble, nos soirées, nos fous rires, ... Je ne te remercierai jamais assez d'avoir été et d'être encore aujourd'hui toujours là pour moi. Que notre amitié perdure tout le long de notre vie. Je t'aime.

A Anne, ma « mi amor », pour toutes ces soirées, ces galas, ces délires, ces instants potins qui me font toujours autant rire. Une belle rencontre qui s'est transformée en grande amitié. Tu es unique et indispensable à ma vie.

A Anna, pour tous ces moments passés avec toi, nos superbes vacances, pour ton incroyable gentillesse et ton écoute. Une amitié inattendue mais que j'apprécie et que je chérie chaque jour.

A Amélie, pour notre longue amitié même si on ne se voit plus aussi souvent. Pour m'avoir aidée à traverser les années lycée, pour m'avoir toujours écoutée et conseillée, pour être toujours là aujourd'hui malgré tout et pour tout l'amour que tu m'as apporté. J'espère sincèrement te retrouver.

A Léo, pour notre bel amitié, tous tes précieux conseils, ton soutien, ta bonne humeur et ta « positive attitude ». Je te souhaite plein de bonheur avec Léa et une très belle réussite professionnelle car tu le mérites amplement.

A Perrine, pour cette année en ta présence, ton soutien et ta bonne humeur malgré tous ces moments difficiles. Je te souhaite le meilleur dans ta vie professionnelle et amoureuse.

Aux Gorizoires et leurs guenons, pour toutes ces soirées incroyables et improbables, pour tous ces fous rires et surtout pour m'avoir accueillie si gentiment parmi vous. Je vous aime tous et j'espère que notre amitié va perdurer.

Et à tous ceux que j'ai oublié... MERCI !

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	11
PARTIE I : PRÉSENTATION DE L'ALOE VERA.....	12
1.Étymologie.....	13
2.Classification.....	14
2.1.Introduction.....	14
2.2.Classification évolutive.....	14
2.3.Classification phylogénétique.....	16
3.Description botanique.....	18
3.1.Aspect général.....	18
3.2.Les feuilles d'Aloe vera.....	19
4.Inflorescence.....	20
5.Distribution géographique	23
6.Culture de l'Aloe vera.....	23
6.1.Multiplication et plantation.....	23
6.2.Conditions de culture	25
6.2.1.Le sol.....	25
6.2.2.L'ensoleillement.....	25
6.2.3.L'eau.....	25
6.2.4.Les températures.....	26
6.2.5.Culture en pot.....	26
7.Récolte et traitement	26
PARTIE II : COMPOSITION CHIMIQUE DU GEL D'ALOE VERA	29
1.Caractéristiques générales.....	30

2.La fraction glucidique	32
2.1.Les monosaccharides.....	32
2.2.Les polysaccharides	32
2.2.1.L'acémannane.....	32
2.2.2.L'aloéride.....	34
2.2.3.Les substances pectiques.....	34
2.2.4.Véracylglycanes.....	34
3.La fraction protéique.....	36
3.1.Les acides aminés	36
3.2.Les glycoprotéines	38
4.La fraction lipidique	39
4.1.Les stérols et triterpènes.....	39
4.2.Les triglycérides.....	40
4.3.Les phospholipides.....	40
5.Minéraux et oligo-éléments	41
6.Les vitamines	42
7.Les enzymes.....	43
8.Autres constituants.....	44
8.1.Divers acides	44
8.2.Saponines	44
8.3.Lignine	44
8.4.Esters de phtalate	45
8.5.Hormones de croissance	45
8.6.Anthraquinones	45
PARTIE III : PHARMACOLOGIE : PROPRIÉTÉS CICATRISANTES.....	46

1.Rappel sur les différentes phases de la cicatrisation.....	47
1.1.La détersion.....	48
1.2.Le bourgeonnement.....	48
1.3.L'épithélialisation.....	49
2.Propriétés cicatrisantes dans diverses affections dermatologiques.....	50
2.1.Les brûlures	50
2.1.1.Etudes comparatives: Aloe vera versus traitements conventionnels.....	50
2.1.2.Expérimentations animales.....	54
2.1.3.Conclusion.....	55
2.2.Les plaies	55
2.2.1.Plaies post hémorroïdectomies.....	55
2.2.2.Plaies chirurgicales.....	56
2.2.3.Plaies ischémiques.....	57
2.3.Mécanismes d'action.....	61
2.3.1.Détersion.....	61
2.3.2.Bourgeonnement.....	61
2.3.3.Epithélialisation.....	63
PARTIE IV : EFFETS INDÉSIRABLES ET TOXICOLOGIQUES DU GEL D'ALOE VERA	
.....	64
1.Effets indésirables du gel d'Aloe vera en usage topique.....	65
2.Études toxicologiques.....	65
3.Précautions d'emploi et interactions.....	66
PARTIE V : UTILISATION TRADITIONNELLE	67
1.Dans le monde.....	68
2.En France.....	69

CONCLUSION71
BIBLIOGRAPHIE.....72
WEBOGRAPHIE.....82

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1 : Arbre phylogénétique des angiospermes [ii].....	17
Illustration 2 : Plants d'Aloe vera [iii].....	18
Illustration 3 : Coupe transversale d'une feuille d'Aloe vera [iv].....	19
Illustration 4 : Photographie de la fleur d'Aloe vera [v].....	20
Illustration 5 : Planche taxonomique de l'Aloe vera [vi].....	22
Illustration 6 : Photo d'un champ de plants d'Aloe vera aux Iles Canaries [vii].....	24
Illustration 7 : Composition chimique du gel d'Aloe vera	31
Illustration 8 : Représentation de la molécule d'acémannane [ix].....	33
Illustration 9: Les différentes phases de la cicatrisation [xiii].....	49
Illustration 10 : Photo représentant la main enflée et inflammée d'un patient au commencement de l'étude [56].....	51
Illustration 11: Photo représentant la main recouverte de gel d'Aloe vera [56].....	51
Illustration 12 : Photo représentant la guérison complète de la main à J+9 avec le gel d'Aloe vera.....	52
Illustration 13 : Photo présentant la plaie ischémique au jour J [66].....	58
Illustration 14 : Photo de l'évolution de la plaie à J+42 [66].....	59
Illustration 15 : Photo de la cicatrice formée à J+49 [66].....	60
Illustration 16 : Photo présentant le gel externe Nectaloe® [xvi].....	69
Illustration 17 : Photo présentant le Gel d'Aloe vera titré pur® [xvii].....	69

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Classification de Cronquist.....	15
Tableau 2 : Récapitulatif des polyholosides du gel d'Aloe vera [26].....	35
Tableau 3 : Récapitulatif des principaux acides aminés du gel d'Aloe vera	37
Tableau 4 : Concentrations de différents minéraux dans le gel [38].....	42
Tableau 5 : Teneurs en vitamines du gel d'Aloe vera.....	43

INTRODUCTION

Aloe vera ou *Aloe barbadensis* Miller est une plante verte de la famille des Liliacées à feuilles charnues évoquant un cactus, originaire d'Afrique du Sud .

Cette plante est connue et utilisée depuis l'Antiquité pour ses nombreuses vertus surtout celles liées à l'hydratation et la cicatrisation de la peau. En effet, les documents historiques des Egyptiens, Romains, Grecs et Chinois rapportaient déjà l'utilisation et les bons résultats de cette plante aussi bien dans le domaine médical que cosmétique. Les Egyptiens, au temps des pharaons, la considéraient comme «plante de l'immortalité» et Cléopâtre utilisait le gel de l'*Aloe vera* de façon régulière et l'on dit qu'il constituait, avec le lait d'Anesse dans lequel elle se baignait, le secret de sa beauté.

Cette thèse va s'intéresser plus particulièrement aux vertus cicatrisantes de l'*Aloe vera* en usage topique en décrivant dans un premier temps la composition du gel avant de s'intéresser aux différentes études qui ont été menées pour juger de son efficacité.

Pour conclure, nous décrivons les produits disponibles en pharmacie et leur composition afin de pouvoir conseiller au mieux les personnes souhaitant utiliser une alternative à base de plante en dermatologie.



PARTIE I : PRÉSENTATION DE L'*ALOE VERA*

Bien que l'*Aloe vera* soit l'espèce la plus connue, on ne dénombre pas moins de 420 espèces d'Aloès présentes dans le monde. Classées en fonction de leurs vertus médicinales, on distinguera simplement les aloès ayant des propriétés médicinales de celles n'en ayant pas.

Les espèces actuellement les plus utilisées sont l'Aloès de l'île de Socotra (*Aloe succotrina*), l'Aloès du Cap (*Aloe africana*), l'*Aloe saponaria*, l'*Aloe sinensis*, l'*Aloe arborescens*, l'*Aloe ferox* et bien entendu l'*Aloe vera* [1].

1. Étymologie

Le nom générique *Aloe* vient du latin *aloë* et du grec *αλόη* [2]. Il est probablement dérivé de l'arabe « aluat » ou de l'hébreu « alua » qui signifie chose amère, l'épithète spécifique *vera* dérive du latin *vērus* (fem. *vera*) qui signifie « vrai, authentique ». La plante appelée *aloe* était connue des auteurs de l'Antiquité gréco-romaine comme Pline et Dioscoride et devait désigner l'espèce *Aloe vera* [3] dont le suc était utilisé en pharmacie.

L'*Aloe vera* (L.) Burm, ainsi nommé et décrit par Linné est également connu sous le nom d'*Aloe barbadensis* Miller ou *Aloe vulgaris* Lamark [4]. Aujourd'hui, le nom officiel retenu est celui d'*Aloe barbadensis* Miller, mais *Aloe vera* reste l'appellation courante, que nous adopterons tout au long de la thèse. Par ailleurs, de nombreux surnoms lui sont attribués tels que Aloès, plante des brûlures, plante qui guérit, plante miracle, plante de l'immortalité [5] etc ... Ceux ci traduisent ainsi les nombreuses vertus thérapeutiques qui lui sont reconnues.

2. Classification

2.1. Introduction

Durant de nombreuses années les classifications botaniques se sont principalement basées sur les caractères structuraux du végétal. Cependant la science a beaucoup évolué et l'analyse génétique est maintenant possible, une nouvelle classification a alors vu le jour : la classification phylogénétique. Cette dernière se base sur l'analyse des gènes codants pour les chloroplastes, ce qui a induit de nombreux changements par rapport à la classification traditionnelle.

2.2. Classification évolutive

L'Aloès appartient au groupe des angiospermes (« plantes à fleurs »). Les angiospermes diffèrent des autres plantes à graines par la présence des caractères suivants :

- Condensation des organes reproducteurs en une fleur
- Présence d'un ovaire enveloppant les ovules, et qui se développera pour donner un fruit
- Double fécondation de l'ovule, qui donnera l'embryon et son tissu nourricier, l'albumen [i].

De nombreux botanistes ont réalisé leur propre classification, il existe ainsi certaines différences en ce qui concerne les aloès selon la classification à laquelle on se réfère.

Classée par Linné et Burman parmi les *Hexandria Monogyna* (plantes à 6 étamines, 1 carpelle), l'espèce fut par la suite classée dans la famille des *Liliaceae* par Engler(1924), dans les *Aloaceae* dans la classification de Cronquist (1981) et de Takhtajan, et dans les *Asphodelaceae* par Thorne (1992) et Dahlgren (1997).

Si nous nous basons sur la classification de Cronquist, l'*Aloe vera* est donc classée comme suit :

Règne	Plante (<i>Plantae</i>)
Sous règne	Trachéophytes (<i>Trachéobionta</i>)
Embranchement	Spermaphytes (<i>Spermatophyta</i>)
Sous embranchement	Angiospermes (<i>Magnoliophyta</i>)
Classe	Monocotylédones (<i>Liliopsida</i>)
Sous classe	<i>Liliidae</i>
Ordre	Liliales
Famille	<i>Aloaceae</i>
Genre	<i>Aloe</i> L.
Espèce	<i>Aloe Vera</i> (L.) <i>Burm.f.</i>

Tableau 1 : Classification de Cronquist

2.3. Classification phylogénétique

Cette classification comprend actuellement trois versions établies par l'Angiosperms Phylogeny Group : la classification APG (1998), la classification APG II (2003) et la classification APG III (2009), cette dernière étant à ce jour la plus importante des classifications botaniques. Elle est basée sur deux gènes chloroplastiques et un gène nucléaire du ribosome.

Les aloès se situent dans les euangiospermes monoaperturées. Ce groupe correspond en grande partie aux monocotylédones. Ils font ensuite partie de la sous classe des Liliidae qui se divise en trois ordres : les Asparagales, les Dioscorales, les Liliales. La classification APG III établit ainsi l'*Aloe vera* dans la famille des Xanthorrhoeacées, ordre des Asparagales [7].

La différence entre les Liliales et les Asparagales s'est effectuée sur des bases morphologiques qui ont été remises en cause par les études moléculaires. Les Asparagales ont ainsi été redéfinies par l'inclusion de taxons provenant de Liliales et l'exclusion de quelques taxons [8].

La famille des Xanthorrhoeacées a été élargie par la classification APG III pour inclure des genres autrefois placés dans les familles Asphodelaceae et Hemerocallidaceae. C'est ainsi que *Aloe vera* est passée au fil des études et de l'approfondissement des connaissances, des Liliacées, aux Aloeaceae, aux Asphodelacées puis aux Xanthorrhoeacées.

Ainsi, concernant cette classification phylogénétique, nous pouvons dire que l'espèce *Aloe vera* appartient :

- au clade des Angiospermes
- au clade des Monocotylédones
- à l'ordre des Asparagales
- à la famille des Xanthorrhoeaceae
- à la sous famille des *Asphodeloideae*

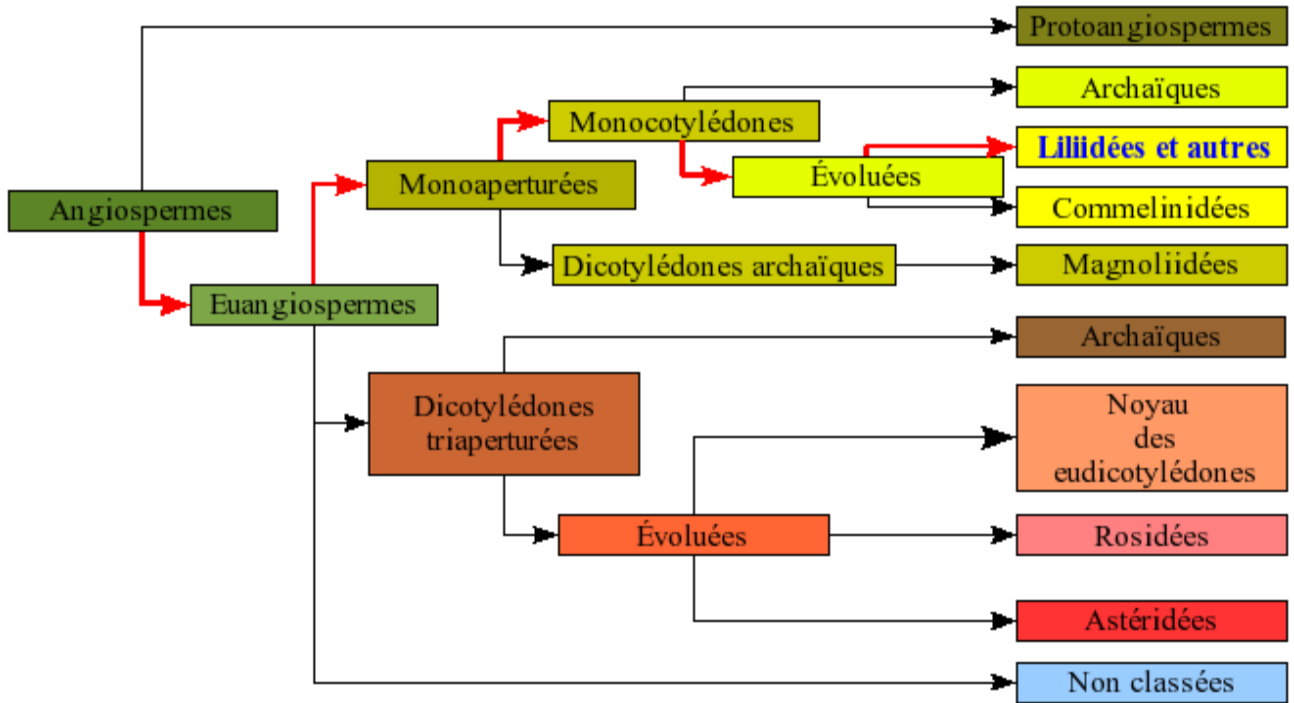


Illustration 1 : Arbre phylogénétique des angiospermes [ii]

3. Description botanique

3.1. Aspect général

Cet arbrisseau est une plante vivace succulente, arborescente, dépourvue de tronc, constituée de 12 à 30 crêtes épineuses ramifiées partant de la base lui donnant l'apparence d'un cactus mesurant à maturité 60 à 90 cm de hauteur. La couleur de la plante est d'un vert clair tacheté, aux contours délicats, parfois parsemée de points roses pendant les périodes froides [9].

Les aloès ont la faculté de refermer leurs stomates (toutes petites ouvertures dans l'épiderme de la feuille) pour maintenir l'eau à l'intérieur de la plante, cela va leur permettre de survivre pendant de longues périodes de temps sec. C'est pour cette raison que son gel a un pouvoir de pénétration dans la peau 4 fois supérieur à l'eau.



Illustration 2 : Plants d'Aloe vera [iii]

3.2. Les feuilles d'*Aloe vera*

L'*Aloe vera* possède des feuilles charnues, fragiles et pourvues d'épines, qui poussent en forme de rose, disposées en spirale. D'une très belle couleur verte lorsqu'elles sont indirectement au soleil (par exemple derrière une fenêtre), elles atteignent 80 cm de long et 10 cm dans leur plus grande largeur, avec des bords munis d'épines jaune clair. Les feuilles les plus jeunes poussent au centre de la plante, les plus âgées se retrouvent donc à l'extérieur [10].

La coupe transversale de la feuille permet de distinguer de l'extérieur vers l'intérieur :

- la cuticule, couche épidermique chlorophyllienne
- une zone sous-épidermique dans laquelle circule une sève (ou suc) rouge brunâtre, substance très amère
- au centre une pulpe épaisse, parenchyme mucilagineux incolore, qui est le précieux jus utilisé pour ses salutaires vertus du fait des nombreuses substances thérapeutiques qu'il contient.



Illustration 3 : Coupe transversale d'une feuille d'*Aloe vera* [iv]

4. Inflorescence



Illustration 4 : Photographie de la fleur d'*Aloe vera*
[v]

L'inflorescence jaune à jaune orangée, non ramifiée, longue de 60 à 90 cm, supporte des fleurs pendantes et tubuleuses, en forme de petites trompettes, bisexuées. Ces fleurs sont réparties sur une ou plusieurs hampes, disposées en racèmes compacts, rétrécis vers le haut. La hampe florale peut présenter de 3 à 5 ramifications et atteindre 1 mètre de haut [11].

Le périanthe charnu comporte :

- Six tépales (pièce florale externe et interne du périanthe, dont on ne peut pas dire s'il s'agit de pétale ou de sépale, lorsque les deux ont la même apparence) pétaloïdes de 2,5 cm de long, soudées en tube à la base.
- Six étamines (organe mâle de la reproduction chez les angiospermes) qui dépassent légèrement le périanthe.

Ces étamines entourent l'ovaire qui est supère et qui comprend 3 loges qui donnent le fruit. Ce dernier est une capsule loculicide, c'est à dire s'ouvrant par 3 fentes longitudinales, renfermant un grand nombre de graines légères, irrégulièrement anguleuses et pourvues d'une petite aile membraneuse plus ou moins développée.

Sa reproduction s'opère par graines ou plus facilement par les rejets (stolons) qui poussent autour de son pied. [9]

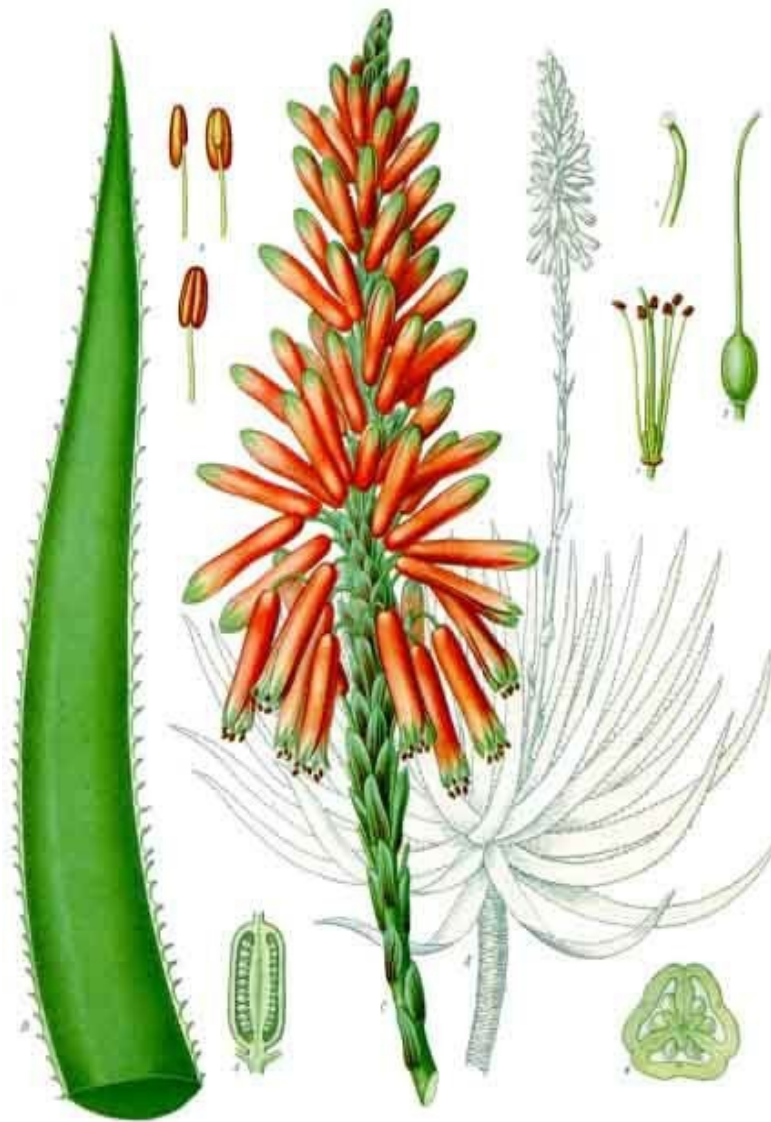


Illustration 5 : Planche taxonomique de l'*Aloe vera* [vi]

5. Distribution géographique

L'*Aloe vera* pousse sur des terrains sablonneux et calcaires de régions semi-désertiques au climat chaud et sec. C'est une plante originaire de la Péninsule arabique et d'Afrique orientale qui s'est ensuite propagée en Amérique après les expéditions de Christophe Colomb et Amerigo Vespucci où le climat chaud et humide de l'Amérique centrale a aidé sa diffusion aux archipels caraïbes, notamment aux îles Barbades, d'où vient le nom scientifique *Barbadensis*. Dès 1950 on en trouve des plantations aux Etats-Unis centraux et méridionaux (Texas, Arizona et Floride; mais aussi au Mexique et en Amérique du Sud).

L'*Aloe vera* est cultivé depuis l'Antiquité et s'est donc naturalisé dans de nombreuses régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes grâce à ses stomates refermés qui maintiennent l'eau à l'intérieur de la plante. En régions subtropicales, la plante entre en dormance durant l'hiver et utilise très peu d'eau [12].

6. Culture de l'*Aloe vera*

6.1. Multiplication et plantation

La multiplication végétative est préférée aux graines pour la culture d'*Aloe vera*. En effet, la levée des semis reste médiocre par rapport à la croissance initiale des rejets qui est plus rapide.

Une diminution de la formation des rejets peut être causée par une restriction hydrique. Ces derniers peuvent être coupés sur la plante mère lorsqu'ils atteignent 15-20cm de long. On peut les cultiver dans un champs ou une parcelle de terre réservée à la multiplication et à la culture de cette plante durant la première année, c'est ce qu'on appelle une culture en pépinière.

La régénération in vitro d'explants de base de feuilles ainsi que la micropropagation par culture in vitro de méristèmes végétatifs sont possibles [12].

Les principaux producteurs d'*Aloe vera* au monde possèdent des milliers d'hectares de plantations où la plante est cultivée et traitée, depuis les pépinières, jusqu'aux produits prêts à l'emploi tout en respectant les normes de production les plus exigeantes. Les pays comme le Mexique, l'Amérique du Nord ou encore le Vietnam pratiquent la culture extensive basée sur une faible productivité du sol, sans intrants chimiques, ni drainage et arrosage, se pratiquant sur de vastes étendues, et donc caractérisée par un faible rendement à l'hectare. En ce qui concerne les États-Unis, la culture en serre est préférée. D'autres entreprises sous-traitent la culture de l'*Aloe vera* à des plantations indépendantes.



Illustration 6 : Photo d'un champ de plants d'*Aloe vera* aux Iles Canaries [vii]

6.2. Conditions de culture

6.2.1. Le sol

Le développement de l'*Aloe vera* est optimal sur sols secs et calcaires ou sur terrains sablonneux, alcalins ou neutres. Il peut pousser sur des sols pauvres en éléments nutritifs mais prospère sur les sols riches. Il présente par ailleurs une bonne tolérance à la salinité [13].

6.2.2. L'ensoleillement

L'ensoleillement, bien que nécessaire pour la croissance de la plante, ne doit pas être excessif. En effet, une surexposition donnerait des plantes chétives avec une faible teneur en gel. L'ombre est donc importante pour un bon développement et il est ainsi recommandé de planter l'*Aloe vera* entre d'autres cultures comme des arbres fruitiers par exemple et même s'il peut survivre à une température de -3°C avec peu de dégâts, cette technique permet de lutter contre les fortes gelées parfois dévastatrices [13].

6.2.3. L'eau

Retenant une grande quantité d'eau dans ses feuilles, l'*Aloe vera* est très résistant à la chaleur. Une irrigation soignée est toutefois nécessaire si le temps est chaud et sec afin d'assurer sa croissance. Un excès d'eau est néfaste pour la plante qui se mettrait à pourrir, il est donc indispensable de réaliser un drainage efficace afin de prévenir le pourrissement des racines. L'eau trop froide pouvant être nocive pour cette plante, une eau à température ambiante est recommandée. Dans tous les cas, l'irrigation doit être modérée, et arrêtée durant la période hivernale. L'*Aloe vera* s'accommode aux faibles précipitations (inférieures à 500 millimètres par an) comme aux fortes (500 à 2000 millimètres par an) [13].

6.2.4. Les températures

Cette plante des climats chauds semi-tropicaux supportant de grands écarts de températures saisonniers et journaliers [14] est considérée comme la plante la plus résistante au monde. Tant que le sol n'est pas gelé, ses racines peuvent survivre sous un air glacial. Les feuilles commencent à être atteintes lorsque les températures sont inférieures à 5°C. En revanche, l'*Aloe vera* se développe à des températures de 40°C et même bien au delà ; elle supporte les sécheresses les plus extrêmes [15].

6.2.5. Culture en pot

A l'intérieur il est conseillé d'installer l'*Aloe vera* sur un rebord de fenêtre sans qu'il soit directement exposé aux rayons du soleil, donc pas d'exposition plein sud, tout en veillant à ce que la température reste comprise entre 18 et 21°C toute l'année. Aux beaux jours, il peut être sorti, mais il faut penser à le rentrer lorsque les nuits sont fraîches et que la température descend en-dessous de 5°C.

L'idéal est de planter l'*Aloe vera* dans un pot en argile qui retient moins l'humidité et permet une meilleure aération des racines. On le choisira suffisamment large pour permettre aux racines de s'étendre. On veillera également à changer le pot régulièrement au rythme de la croissance de cette plante. Le rempotage est indispensable en moyenne tous les 2 ans. La terre sera bien drainée, le mélange terre, terreau et sable étant préconisé pour une croissance optimale. En revanche, nul besoin d'engrais [viii].

7. Récolte et traitement

Il faut compter environ 3 ans pour pouvoir récolter les plantes d'*Aloe vera* afin qu'elles aient une taille adéquate. En revanche, les feuilles peuvent être récoltées pendant environ 7 ans [12].

Il faut distinguer l'extraction du suc (extrait, drogue ou latex contenu dans les cellules péricycliques et qui s'écoule de la feuille) de celle de la pulpe (gel ou encore jus qui se trouve au cœur de la feuille) dont les produits obtenus ont des usages différents. A l'époque, l'extraction du suc se faisait par évaporation du jus que l'on collectait dans des auges en bois et l'on obtenait ainsi un aloès opaque, de couleur rougeâtre à brun chocolat, de cassure terne ou cireuse [13]. Aujourd'hui, la concentration se fait dans des chambres à vide où le suc est pulvérisé et finalement obtenu sous forme de poudre fine, de teint rougeâtre à brun rouge, brunissant à la lumière. Nous nous intéresserons plus particulièrement à la récolte du gel qui fait l'objet de cette thèse.

Jusqu'à ces dernières décennies, l'usage de l'*Aloe vera* se limitait aux seules personnes ayant cette plante à portée de main. En effet, la pulpe fraîche se dégrade rapidement à l'air libre par oxydation ce qui obligeait le consommateur à l'utiliser immédiatement après avoir été prélevée dans la feuille.

La mise au point d'un procédé naturel de stabilisation à froid de la pulpe fraîche par le pharmacien Bill Coats à la fin des années 60, a permis la mise en place de méthodes industrielles d'exploitation et d'extraction pour une commercialisation à grande échelle. Les meilleurs fabricants se conforment à ce procédé rigoureux de stabilisation dans les conditions de "salles blanches", pour garantir l'indispensable niveau de qualité. Chaque lot est testé selon le respect strict de procédures établies.

Voici donc succinctement la méthode d'extraction et de conservation résultant de ces travaux afin d'obtenir une pulpe dotée de toutes ses vertus naturelles [16] :

- Pour la récolte du gel, les feuilles sont coupées manuellement à intervalle d'environ 3 mois. On ne coupe pas les jeunes feuilles (inférieures à 25 cm) car elles ne conviennent pas en raison de leur faible teneur en gel; cependant les feuilles ne doivent pas être trop âgées, car la quantité et la qualité du gel peuvent diminuer. De plus, les feuilles endommagées présentant une nécrose de la pointe doivent être éliminées afin d'éviter une contamination du gel par les bactéries.

- Ces feuilles sont ensuite déversées dans un immense bac d'eau claire où elles subissent un pré-lavage avant de rejoindre sur tapis roulant un appareil de lavage automatique qui va les nettoyer en profondeur grâce à de puissants jets d'eau. Reprises sur tapis roulant, les feuilles ont leurs deux extrémités tranchées manuellement avant de passer, après un dernier rinçage, dans un extracteur spécialement conçu pour faire sortir la pulpe fraîche de la feuille par une simple et très légère pression mécanique. Cette pulpe est recueillie directement à la sortie de l'extracteur, tandis que les feuilles "dépulpées" sont évacuées à l'extérieur pour y être compostées en vue de leur épandage sur les champs comme fertilisant.
- La pulpe fraîche recueillie dans l'extracteur est alors immédiatement stabilisée en l'homogénéisant avec certaines substances qui vont neutraliser l'action des enzymes qui sont à l'origine de son oxydation et rancissement rapide au contact de l'air, mais cela sans les détruire compte-tenu de leur importance dans certaines actions du gel. La formulation utilisée pour cette stabilisation naturelle, qui conserve à la pulpe l'intégralité et l'intégrité de la totalité de ses composants, donc de l'ensemble de ses vertus, est évidemment tenue en partie secrète du fait des énormes intérêts commerciaux qui en dépendent.

Ainsi récoltée et stabilisée, la pulpe fraîche de l'*Aloe vera* se conserve parfaitement et peut alors être intégrée à la demande, sans aucun problème, dans des produits spécialisés, produits qui sont encore, le plus souvent, stabilisés pour une plus grande sécurité et une meilleure efficacité.

Certains petits fournisseurs d'*Aloe vera* doivent acheter leurs matières premières (et parfois leurs produits finis) sans trop de garantie. Le gel peut alors provenir de feuilles dont l'état de fraîcheur n'est pas le même que lors de la récolte. Il peut donc perdre une bonne partie de son potentiel, soit par oxydation (qui entraîne la décomposition), soit en raison de l'emploi d'un procédé de conservation inadapté, (avec utilisation de produits chimiques). Ou encore du fait de la surchauffe en cours de production qui détruit de nombreux composants nutritifs (enzymes, acides aminés, vitamines et minéraux) et dégrade les propriétés bienfaisantes pour la santé.

**PARTIE II : COMPOSITION
CHIMIQUE DU GEL
*D'ALOE VERA***

L'analyse chimique de la feuille d'*Aloe vera* commence après 1850 avec l'isolement du principal principe actif de sa sève qui fut dénommé aloïne, substance à l'origine de ses propriétés digestives (stomachique, cholagogue et laxative) qui étaient les seules officiellement reconnues par la médecine occidentale de l'époque.

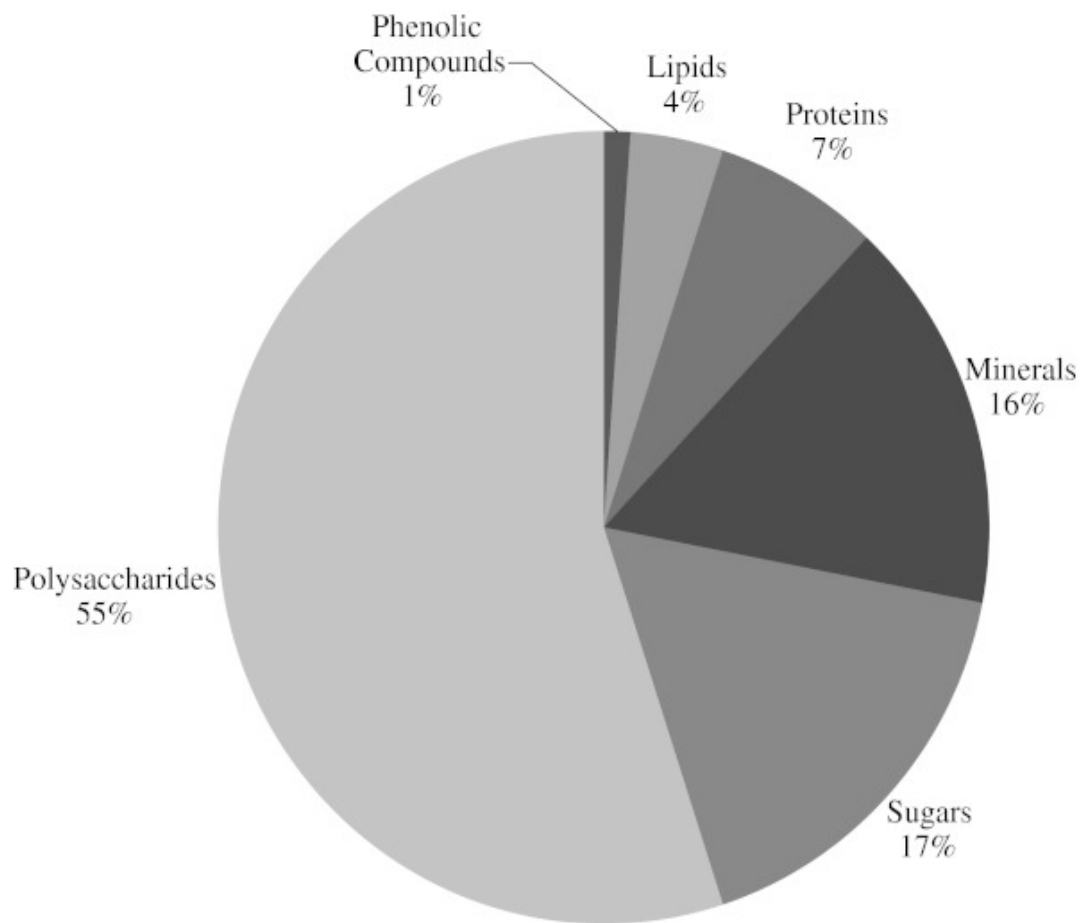
Ce n'est que beaucoup plus tard, après 1930, que de nouvelles recherches analytiques tentent de trouver les autres principes actifs susceptibles d'expliquer ses nombreuses autres vertus en rapport avec le gel de sa pulpe fraîche. Sa composition se complète alors progressivement au fil des années avec l'évolution des moyens techniques d'analyse, de plus en plus performants, dont disposent les chercheurs.

L'*Aloe vera* contient ainsi 75 constituants potentiellement actifs : vitamines, enzymes, minéraux, glucides, lignines, saponines, acides salicyliques et des acides aminés.

1. Caractéristiques générales

Le gel d'*Aloe vera*, dont le pH est compris entre 4 et 5, contient environ 98,5% d'eau, la cuticule n'en contenant « que » 90%. La teneur totale en solide représente 0,66% du gel; celle des solides solubles représente, elle, 0,56% en tenant compte des fluctuations saisonnières.

La matière sèche constitue donc 1% du poids sec de la plante, elle se compose de 55% de polysaccharides, 17% de glucides, 16% de minéraux et oligo-éléments, 7% de protéines, 4% de lipides et 1% de composés phénoliques [17,18].



**Illustration 7 : Composition chimique du gel d'*Aloe vera*
(sous forme d'extrait sec) [44]**

2. La fraction glucidique

La fraction glucidique est constituée de monosaccharides (glucose et fructose) et de polysaccharides de réserves (glucomannane et polymannose) stockés dans le protoplasme des cellules. Ceux-ci sont issus de la couche de mucilage, d'où le nom de mucopolysaccharides qui leur est conféré. Ils représentent plus de 55% de la matière sèche du gel [19,20,44,45].

2.1. Les monosaccharides

Le mannose 6-phosphate est le plus important des monosaccharides. Le glucose, quant à lui, représente plus de 12% de la pulpe [19,44,45,46].

2.2. Les polysaccharides

Les glucomannanes sont les plus communs. Des études structurales portant sur les polysaccharides du gel ont montré que ce dernier est composé d'au moins quatre différents glucomannanes partiellement acétylés. Ce sont des polymères linéaires n'ayant pas de ramifications mais des liaisons glucosidiques de type 1,4-glucose et 1,4-mannose dans un rapport 1:2:8 [19,20].

On note également la présence de xylose, rhamnose, galactose et arabinose, en quantité infime [19,20].

2.2.1. L'acémannane

Cet important polysaccharide a également été retrouvé. Il représente près de 5% du poids sec du gel. De nombreux chercheurs l'ont identifié comme étant le principal polyoside du gel tandis que d'autres ont trouvé que la substance pectique était la plus importante [21,44,45,46].

Cette différence dans la composition en polysaccharide a d'abord été expliquée par les différentes localisations géographiques de la plante ainsi que les variations saisonnières mais plus tard il a été constaté que l'extraction et le traitement du tissu parenchymateux étaient d'importantes variables qui contribuaient aux différents résultats [21,45]. Ce mannose acétylé est une des grandes richesses du gel d'*Aloe vera* du fait de ses propriétés anti-tumorales, anti-virales et immunostimulantes (production de macrophages et augmentation de la capacité des lymphocytes) [22]. Il est isolé en 1985 par McAnalley et commercialisé aux USA par le laboratoire Carrington sous le nom de Carrysine™ [23].

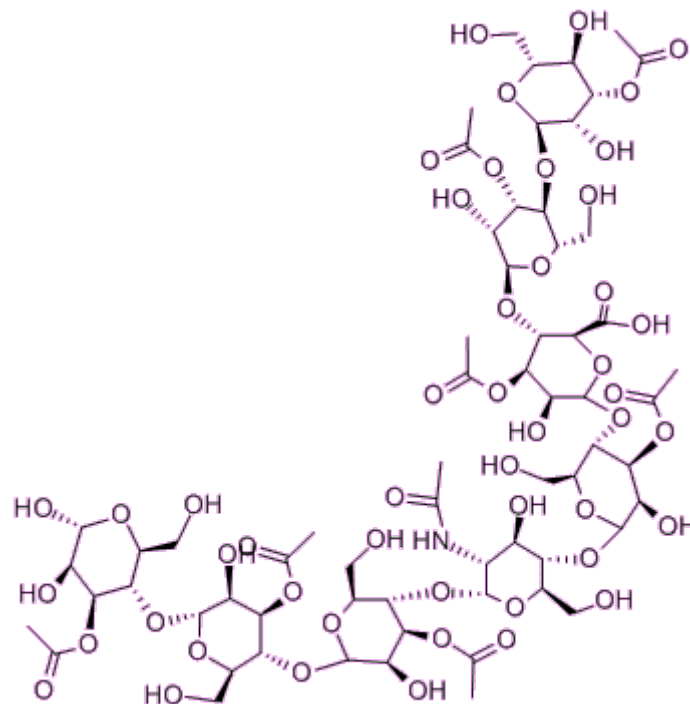


Illustration 8 : Représentation de la molécule d'acémannane [ix]

2.2.2. L'aloéride

Ce polysaccharide isolé en 2001 représente 0,015% du poids sec du gel. Son poids moléculaire élevé (de 4 à 7 millions de Da) ainsi que sa composition (37,2% de glucose, 23,9% de galactose, 19,5% de mannose et 10,3% d'abinose) le différencient des autres polysaccharides [23,44,45,46].

2.2.3. Les substances pectiques

40 à 50% de ces substances sont présentes dans les parois cellulaires de l'*Aloe vera*. Ce terme fait référence à un groupe de polysaccharides étroitement liés incluant pectine, acide pectique et arabinogalactane. La pectine est un polysaccharide composé d'une chaîne principale d'acide galacturonique lié en α -(1→4) avec des insertions intra-chaîne de rhamnose, des chaînes latérales de sucre neutre ainsi que des estérifications de méthyle [24,26,44,45,46].

2.2.4. Véracylglucanes

Ce sont des hydrates de carbone acétylés de l'acide malique. On retrouve [25,45] :

- le véracylglucane A 6-O- (1-L-maloyl)- α -, β -D-Glcp,
- le véracylglucane B α -d-Glcp-(1→4)-6-O-(1-L-maloyl)- α -, β -D-Glcp,
- le véracylglucane C α -D-Glcp-(1→4)-tetra-[6-O-(1-L-maloyl)- α -D-Glcp-(1→4)]-6-O-(1-Lmaloyl)- α -, β -D-Glcp

Le véracylglucane A, dont le poids moléculaire est de 296 Da, n'a été retrouvé qu'en très petite quantité dans le gel d'*Aloe vera* et s'est avéré instable. Le B a un poids moléculaire de 458 Da et un pH de 3,8 tandis que le C a un poids moléculaire de 1570 Da et un pH de 4,7 [25,45].

POLYHOLOSIDES	POIDS MOLECULAIRE (Da)	COMPOSITION EN HEXOSES	LIAISONS
glucomannane	450000	Glc:Man:GlcA=19:19:1	
glucomannane	>2x10 ⁵		1→4
glucomannane	>2x10 ⁵		1→4
glucomannane		Glc:Man=1:22	1→4, 1→6
glucomannane acétylé		Glc:Man=1:13,5	1→4
glucomannane acétylé		Glc:Man=1:19	1→4
galactogalacturane		Gal:GalA:Rha=1:20:1	
galactogalacturane		Gal:GalA=1:1	
galactogalacturane		Gal:GalA=25:1	1→4, 1→6
galactogalacturane		Gal:GalA=1:5	1→4, 1→3
glucogalactomannane		Glc:Gal:Man=2:1:2	1→4
galactoglucoarabino-mannane	320000	Gal:Glc:Arab:Man=4:3:1:89	
galactoglucoarabino-mannane	200000	Gal:Glc:Arab:Man=2:1:1:22	
acémannane	80000	Man:Ac=16:5	1→5

Tableau 2 : Récapitulatif des polyhulosides du gel d'*Aloe vera* [26]

(Glc = glucose, Man = mannose, Gal = galactose, Rha = rhamnose, Arab = arabinose, GlcA = acide glucuronique, GalA = acide galacturonique, Ac = acétyle)

3. La fraction protéique

Les protéines représentent 6% de la cuticule et 7% du gel. Elles constituent donc une fraction mineure de la feuille.

3.1. Les acides aminés

Les acides aminés sont les molécules organiques constitutives des protéines. Ils entrent en jeu dans diverses fonctions physiologiques: synthèse des protéines, fourniture d'énergie, précurseurs d'hormones, précurseurs d'enzymes, etc... Les acides aminés dits essentiels ne peuvent être synthétisés par l'organisme et doivent donc obligatoirement être apportés par l'alimentation [2,13,15,27].

Dans le gel d'*Aloe vera*, on retrouve 18 des 22 acides aminés présents dans l'organisme. Sur les 8 acides aminés essentiels, 7 sont présents dans le gel [28,44] :

- Leucine
- Lysine
- Méthionine
- Phénylalanine
- Thréonine
- Valine

Pour ce qui est des acides aminés non essentiels, dits secondaires, le gel en contient 12 sur 14 [28,44] :

- | | |
|--------------------|--------------|
| - Acide aspartique | - Alanine |
| - Acide glutamique | - Histidine |
| - Proline | - Asparagine |
| - Sérine | - Tyrosine |
| - Glycine | - Glutamine |
| - Arginine | - Cystéine |

Cette richesse en acides aminés confère à l'*Aloe vera* un excellent intérêt diététique [13,27,44].

Acides aminés	Concentration en ppm
lysine	5 – 6
histidine	2,8 – 3,3
arginine	4,5 – 5,5
acide aspartique	13 – 15
thréonine	5 – 6
sérine	6 – 7
acide glutamique	13,5 – 15,5
proline	8 – 9
glycine	1,0 – 1,3
alanine	6,5 – 7,0
valine	6,5 – 7,0
méthionine	1,5 – 2,0
isoleucine	3,5 – 4,0
leucine	8,5 – 9,0
tyrosine	2,8 – 3,3
phénylalanine	4,3 – 4,7

Tableau 3 : Récapitulatif des principaux acides aminés du gel d'*Aloe vera*

(source : IASC)

3.2. Les glycoprotéines

Le gel d'*Aloe vera* renferme 12 polypeptides dont 5 en commun avec le gel d'autres espèces d'*Aloe* (*A. saponaria*, *A. arborescens*) [2,19,20,26].

La présence de lectines a été mise en évidence dans le gel: ce sont des protéines qui possèdent un domaine non catalytique de liaison réversible à des glucides (mono ou oligosaccharides spécifiques) formant ainsi des glycoprotéines [29]. Une de ces lectines a été isolée: la vérectine. C'est une glycoprotéine de poids moléculaire de 29 kDa contenant deux sous unités de 14 kDa environ chacune. Elle possède une activité hémagglutinante et mitogénétique [26,29,44,46].

Une glycoprotéine de 10 kDa aux propriétés anti allergisantes, appelée alprogène, a également été découverte. Elle réduit la libération d'histamine et la sécrétion de leucotriènes. Deux autres glycoprotéines aux propriétés importantes sont présentes dans le gel : l'alocline A (18 kDa) et B (24 kDa). L'alocline A dégrade la bradykinine grâce à son activité protéolytique; elle possède une activité hémagglutinante, cytoagglutinante et favorise la mitose des lymphocytes [26,30,44,46].

4. La fraction lipidique

Les lipides représentent seulement 4% du poids sec de la pulpe [45].

4.1. Les stérols et triterpènes

On dénombre trois stérols dans le gel d'*Aloe vera*: le cholestérol, le campesterol et le β -sitostérol. Tous trois possèdent des propriétés antispasmodiques, analgésiques et anti-inflammatoires [31,32,33]. Leur concentration dans le gel diffère pour chacun d'entre eux :

- cholestérol : 10,8 $\mu\text{mol}/100\text{g}$
- campesterol : 12,4 $\mu\text{mol}/100\text{g}$
- β -sitostérol : 148,0 $\mu\text{mol}/100\text{g}$

Il existe deux dérivés du β -sitostérol : le glucoside en 3 du sitostérol et le 6'-palmitate de sitostérol [31,32,33,34,35].

On note également la présence d'un alcool triterpénique : le lupéol, dont la concentration dans le gel est estimée à environ 66 $\mu\text{mol}/100\text{g}$. Il possède des propriétés antalgiques et antimicrobiennes [31,32,44,45].

Ces phytostérols possèdent une structure similaire empêchant ainsi leur solubilité respective lorsqu'ils sont en présence de cholestérol. Une forte augmentation de la quantité de phytostérols entraîne donc une diminution de la solubilité du cholestérol et de ce fait une augmentation de sa précipitation et de son élimination fécale. Par conséquent, ils peuvent s'avérer très intéressants dans la lutte contre le cholestérol [31,33,35,44,45].

4.2. Les triglycérides

La concentration en triglycérides dans le gel est de 3,74 g/L. Ils sont composés des acides gras suivant [31,34,35]:

- l'acide laurique
- l'acide myristique
- l'acide palmitique
- l'acide stéarique
- l'acide arachidique
- l'acide palmitoléique
- l'acide linoléique
- l'acide γ -linoléique (42% des acides gras totaux du gel)
- l'acide arachidonique (3% des acides gras totaux du gel)

Les acides gras inhibent la sécrétion gastrique, la formation de granulome et préviennent la formation d'ulcères. Les acides gras essentiels, en particulier l'acide linoléique, contribuent à la plasticité de la peau et assurent l'intégrité de la barrière cutanée [33,34,35,45,46].

4.3. Les phospholipides

Deux phospholipides composent principalement le gel : la phosphatidylcholine ou lécithine ainsi que la phosphatidyléthanolamine ou céphaline [26].

5. Minéraux et oligo-éléments

Les sels minéraux sont des éléments tirés de la terre indispensables au bon fonctionnement de l'organisme. On les classe en deux catégories : micro (oligo-éléments) et macro-nutriments (macro-éléments). Ce sont des métaux ou des métalloïdes dont une vingtaine environ sont essentiels chez l'homme. Ce sont les mêmes que ceux qui se trouvent dans les roches qui composent notre sol.

C'est grâce aux racines des plantes que ces nutriments minéraux sont prélevés dans le sol sous forme d'ions. Ils jouent tous, même à doses infinitésimales (oligo-éléments), un rôle capital au niveau de nombreuses réactions biochimiques qui régissent le métabolisme cellulaire en général.

La nature et la teneur en minéraux varient en fonction du sol de culture de la plante. Ceux que l'on retrouve le plus constamment dans le gel d'*Aloe vera* sont [26,36,37,38] :

- le sodium
- le potassium
- le calcium
- le magnésium
- le manganèse
- le chlore
- le phosphore
- le lithium
- le cuivre
- le fer
- le zinc
- le chrome

Les plus abondamment retrouvés dans le gel sont le calcium, le sodium, le potassium, le magnésium [37,38,44,45].

	Calcium (mg/L)	Sodium (mg/L)	Potassium (mg/L)	Magnésium (mg/L)
Jeunes feuilles	242	393	1117	102
Feuilles âgées	209	255	1056	208

Tableau 4 : Concentrations de différents minéraux dans le gel [38]

6. Les vitamines

Le gel se compose de vitamines liposolubles et hydrosolubles.

Parmi les liposolubles, on retrouve [33,39,40,41,44,45,46] :

- la vitamine A sous forme de β -carotène ou provitamine A.
- la vitamine C.
- la vitamine E ou α -tocophérol.

Ces vitamines sont antioxydantes [33].

En ce qui concerne les vitamines hydrosolubles, le gel contient [33,39,40,41,44,45]:

- de la vitamine B1 (thiamine) nécessaire à la croissance des tissus et à la production d'énergie par dégradation des glucides qui sont de véritables combustibles cellulaires.
- de la vitamine B2 (riboflavine) qui joue un rôle essentiel dans de nombreuses réactions d'oxydo-réduction.
- de la vitamine B3 ou PP (nicotinamide) qui intervient dans le métabolisme des glucides, lipides et protides.
- de la vitamine B6 (pyridoxine) impliquée dans un grand nombre de réactions enzymatiques et plus particulièrement dans le métabolisme des acides aminés en tant que coenzyme.
- de la vitamine B9 (acide folique) essentielle à la maturation des érythrocytes
- de la vitamine B12 indispensable à l'hématopoïèse et au maintien de l'intégrité du système nerveux.

Vitamines	Concentrations (mg/l)
B1	18-21 mg/l
B2	18-21 mg/l
B3	90-110 mg/l
B6	9-11 mg/l
C	140-180 mg/l

Tableau 5 : Teneurs en vitamines du gel d'*Aloe vera*

(Source : IASC)

7. Les enzymes

De nombreuses enzymes sont retrouvées au sein du gel [42,43,44,46] :

- amylase et lipase sont les plus abondantes, respectivement 1100-1600 UI/l et 6000-8000 UI/l
- phosphatases alcalines et acides
- cellulase
- catalase
- bradykinase
- peroxydase
- carboxypeptidase

Le gel est également composée de glutathion peroxydase ainsi que plusieurs isoenzyme de la superoxyde dismutase [31,42].

L'application du gel par voie topique permet une réduction de l'inflammation excessive grâce à la bradykinase. Les autres enzymes contribuent à la dégradation des glucides et des lipides [33,46].

8. Autres constituants

8.1. Divers acides

On note la présence :

- d'acide urique (5 mg/l).
- d'acide salicylique (36 mg/l) qui possède des propriétés anti-inflammatoires, anti-bactériennes et kératolytiques [33]. Selon des chercheurs, les composés anthraquinoniques seraient dégradés en salicylates par la réaction de Kolbe [13].
- d'acide malique (817,8 à 3427,8 mg/l) [15,17,43,46].

Des impuretés sont également présentes : l'acide lactique (formé par la fermentation microbienne de lactobacillus); l'acide succinique, l'acide pyruvique et l'acide fumarique (formés par décomposition enzymatique du gel); l'acide acétique (formé par décomposition chimique de l'acémannane) [15,17,43,44,46].

8.2. Saponines

Les saponines représentent 3% du gel. Ce sont des hétérosides aux propriétés nettoyantes et antiseptiques [44,46].

8.3. Lignine

La lignine est une substance inerte qui lorsqu'elle est introduite dans des préparations topiques facilite la pénétration des autres constituants à travers la peau. C'est un hétéropolymère tridimensionnel formé d'unités phénylpropaniques [46].

8.4. Esters de phtalate

Ce sont des contaminants industriels. On retrouve le diméthylphtalate ainsi que le diéthylphtalate [26,33].

8.5. Hormones de croissance

Deux hormones composent le gel d'*Aloe vera* : l'auxine ou acide 3-indole acétique et la gibbérelline [33].

8.6. Anthraquinones

Les anthraquinones sont des composés phénoliques présents dans la sève ou les exsudats jaunes des feuilles et dans le gel d'*Aloe vera*. Le gel contient une série de glycosides (appelés anthraquinones) dont les plus importants sont l'Aloïne A et B [47]. Les aloès amères (exsudat jaune sec) se composent d'anthraquinones et leur dérivés, à savoir : la barbaloïne, l'isobarbaloïne, l'aloé-émodyne, l'émodyne, l'antranol, l'acide aloétique, l'antracène, l'ester d'acide cinnamique, l'acide chrysophanique, l'éthéreal, le résistannol [44,46,47].

Ces composés exercent un puissant effet purgatif lorsqu'ils sont ingérés en grande quantité. En revanche, en faible quantité ils faciliteraient l'absorption intestinal et seraient pourvus de puissantes propriétés antimicrobiennes [33,46,48] et analgésiques.

PARTIE III :
PHARMACOLOGIE :
PROPRIÉTÉS
CICATRISANTES

Cette thèse étant centrée sur le gel d'*Aloe vera* et ses propriétés cicatrisantes en usage topique, cette partie n'abordera donc que l'usage externe de la plante. Pour ce travail bibliographique, il n'a souvent été possible d'accéder qu'à des résumés de ces études sans pouvoir juger de leur pertinence ou de l'authenticité des résultats. Les caractéristiques des différentes études n'ont pas toujours été précisées et la composition du gel d'*Aloe vera* utilisé n'a jamais été révélée.

Beaucoup de substances actives ont été retrouvées dans le gel mais leur mécanisme d'action reste encore la plupart du temps à déterminer.

1. Rappel sur les différentes phases de la cicatrisation

La cicatrisation est un phénomène biologique naturel de réparation de lésions localisées des tissus humains et animaux grâce à des processus de reconstitution et de régénération. Il existe deux types de cicatrisation :

- la cicatrisation primaire : mise au contact de l'épiderme et du derme des deux berges de la plaie (ex : évolution d'une plaie suturée)
- la cicatrisation secondaire : l'organisme doit faire appel à de nouveaux tissus appelés tissus de granulation pour obtenir la fermeture de la plaie.

La peau est un organe qui participe à la protection du corps et à la régulation des échanges avec l'extérieur. Toute effraction cutanée entraîne une cascade de réactions biologiques dont le but est de rétablir au plus vite et au mieux ces fonctions.

Ce processus hautement complexe se déroule en trois phases qui se chevauchent :

- la détersion
- le bourgeonnement
- l'épithélialisation [x, xi]

1.1. La détersion

Le but de cette phase est d'éliminer tous les tissus dévitalisés. Elle doit être la plus courte possible et la plus complète. Cette phase est également appelée phase hémostatique et inflammatoire. La production de fibrine, l'activation plaquettaire, ainsi que le recrutement des cellules inflammatoires (polynucléaires neutrophiles, macrophages, lymphocytes) est mis en place grâce au processus de coagulation durant les quatre premiers jours. Les cellules inflammatoires assurent la détersion du tissu nécrotique et sécrètent des cytokines et des facteurs de croissance (molécules qui favorisent ou inhibent la multiplication cellulaire) [xi, xii].

1.2. Le bourgeonnement

Cette phase est caractérisée par l'apparition d'une néovascularisation, le comblement de la plaie par un tissu conjonctif jeune dit tissu de granulation et la contraction de la plaie. La néovascularisation ou angiogenèse (processus de croissance de nouveaux vaisseaux sanguins à partir de vaisseaux préexistants) aboutit à la formation d'un réseau vasculaire indifférencié : le bourgeon charnu qui va donner le futur tissu conjonctif. C'est le début de l'épidermisation.

Les facteurs de croissance ainsi que les fibroblastes (cellules de soutien du tissu conjonctif) et le collagène permettent le comblement de la plaie. Cette plaie va ensuite se rétracter grâce aux fibroblastes, il y a alors une diminution de la surface et une accélération de la fermeture. Cette phase de maturation peut durer de quelques mois à un ou deux ans [xi, xii].

1.3. L'épithélialisation

Cette phase permet la formation d'une membrane basale définitive avec prolifération en épaisseur pour redonner un épiderme normal. La croissance du tissu de granulation s'arrête ainsi que le processus de bourgeonnement [xi, xii].

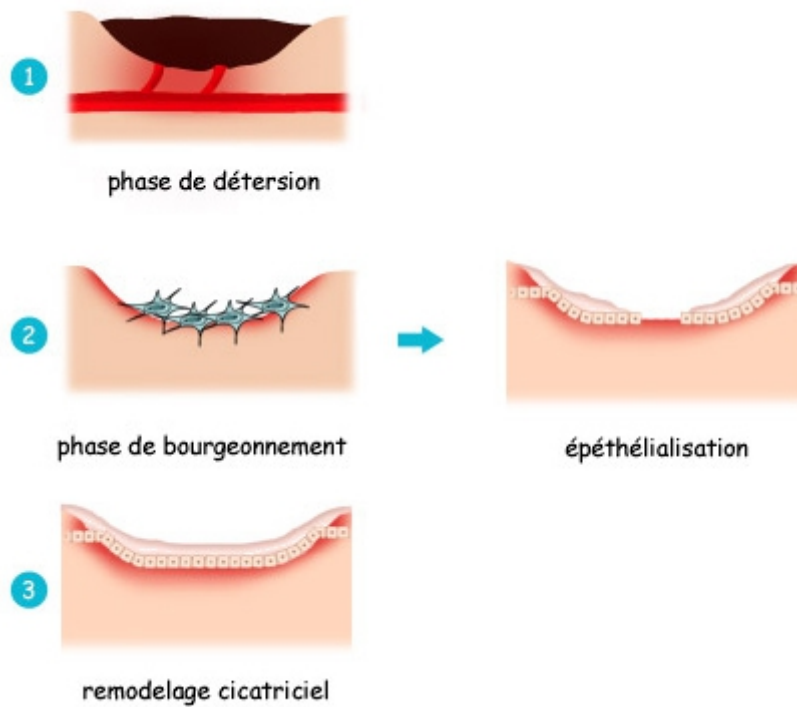


Illustration 9: Les différentes phases de la cicatrisation [xiii]

2. Propriétés cicatrisantes dans diverses affections dermatologiques

Des données provenant d'études réalisées sur des animaux ont mis en évidence les possibles effets de l'*Aloe vera* dans la cicatrisation des plaies [49,50,51]. Les prostaglandines, la carboxypeptidase ainsi que la bradykinase permettraient de diminuer l'inflammation et la douleur [51,52]. Les polysaccharides tels que le mannose-6-phosphate seraient des substances de croissance actives, en particulier dans le processus d'épithélialisation [51,53,54]. Des chercheurs ont également émis l'hypothèse que la liaison du mannose-6-phosphate aux récepteurs des fibroblastes favoriserait la prolifération de ces derniers, ce qui en fin de compte permettrait le dépôt de collagène et une réorganisation tissulaire [53]. L'acémannane, un autre polysaccharide, augmenterait l'activité des globules blancs dans le processus de guérison des plaies [54,55].

2.1. Les brûlures

2.1.1. Etudes comparatives: *Aloe vera* versus traitements conventionnels

Pour démontrer les effets cicatrisants de l'*Aloe vera* sur les brûlures, une étude clinique et histologique a été réalisée sur 27 patients comprenant 9 femmes et 18 hommes d'âges différents souffrant de récentes brûlures sans aucun traitement antérieur [56]. Ces personnes étaient atteintes de brûlures au 2nd degré et s'étendant sur plus de 2% de la surface corporelle ainsi que de brûlures au troisième degré sur d'autres zones du corps avec blessures associées (Fig.10).



Illustration 10 : Photo représentant la main enflée et inflammée d'un patient au commencement de l'étude [56]

Une fois les brûlures désinfectées avec une solution antiseptique Hibiscrub, la zone étudiée a été divisée en deux parties : la partie distale du membre ou du tronc recouverte de gel d'*Aloe vera* composé de 85% du gel de cette plante avec d'autres ingrédients non spécifiés (Fig.11) et la partie proximale de taille égale recouverte de pansements de gaze imprégnés de vaseline. Des photos et des biopsies des plaies ont été réalisées le premier jour de l'admission, le septième, le quatorzième ainsi que le ving-et-unième jour et jusqu'à épithélialisation complète sauf pour le groupe d'âge pédiatrique [56].



Illustration 11: Photo représentant la main recouverte de gel d'*Aloe vera* [56]

A l'examen macroscopique, lors de la première semaine, la cicatrisation des brûlures au 2nd degré a laissé apparaître une congestion sanguine ainsi que des œdèmes et la formation de vésicules à la fois sur les zones traitées par le gel d'*Aloe vera* et sur celles non traitées. Durant les quatorze jours suivant, la majeure partie des zones traitées par le gel d'*Aloe vera* a montré une guérison complète (Fig.12) et seulement quelques cas de brûlures au 2nd degré profondes auraient montré des îlots d'épithélium dispersés sur la blessure. Le temps moyen de la guérison (épithélialisation complète) avec le gel d'*Aloe vera* a été de 11,89 jours contre 18 jours pour les pansements de gaze imprégnés de vaseline. La différence de réaction des tissus selon le traitement appliqué a clairement été démontré. A J+7, la surface ulcérée des deux zones était recouverte de débris de tissus nécrotiques et d'hématies. Cependant, la zone traitée par la vaseline était également recouverte par un exsudat inflammatoire entremêlé de tissus nécrotiques. De plus, des cellules inflammatoires ont également infiltré le derme papillaire et réticulaire. L'épithélialisation s'est complètement développée à J+14 concernant la zone traitée par le gel, l'épithélium nouvellement formé a totalement remplacé les plaques de nécrose et le derme papillaire s'est revascularisé. A J+21, la cicatrisation du derme et de l'épiderme était complète et les tissus conjonctifs inflammatoires et exsudatifs ont été remplacés par des paquets vasculo-nerveux et des fibres de collagène nouvellement formés [56].



Illustration 12 : Photo représentant la guérison complète de la main à J+9 avec le gel d'*Aloe vera*

En comparaison, à J+14, la zone traitée par la vaseline ne présentait qu'une épithélialisation partielle des marges de la blessure, et à J+21 le tissu conjonctif n'était toujours pas régénéré. Seuls quelques effets indésirables mineurs, tels que l'inconfort et la douleur ont été décrits sur les 27 cas. Cette étude a donc démontré l'efficacité du gel d'*Aloe vera* sur des brûlures au 2nd degré. [56]

Un essai plus récent (2013) a été réalisé pour évaluer l'efficacité du gel d'*Aloe vera* en comparaison avec de l'onguent à base de sulfadiazine argentique à 1% dans le traitement des brûlures au 2nd degré. Pour se faire, 50 patients ont été divisés au hasard en 2 groupes égaux par méthode d'échantillonnage consécutive. Un groupe a été traité avec des pansements à base de gel d'*Aloe vera* tandis que l'autre groupe a été traité avec des pansements à base d'onguent de sulfadiazine argentique à 1%. La durée de l'épithélialisation, le soulagement de la douleur ainsi que le coût du traitement ont été comparés. La cicatrisation des brûlures chez les patients traités par le gel a été beaucoup plus précoce par rapport aux patients traités par le sulfadiazine. Tous les patients du groupe *Aloe vera* ont été soulagés de la douleur plus tôt que les patients de l'autre groupe. Cette étude a permis de montrer une plus grande efficacité du gel d'*Aloe vera* dans la cicatrisation des brûlures au 2nd degré au début de l'épithélialisation, ainsi qu'un soulagement de la douleur plus rapide. Par ailleurs, le traitement par *Aloe vera* s'est montré moins coûteux [57].

Un essai clinique randomisé contrôlé a permis de comparer de la crème d'*Aloe vera* contenant 0,5% de gel de cette même plante avec de la crème à base de sulfadiazine argentique à 1%. Un groupe de 30 patients a été recruté pour cette étude, chacune de ces personnes présentant des brûlures au 2nd degré sur 2 parties distinctes du corps (par exemple 2 mains). Une partie du corps a été traitée avec la crème d'*Aloe vera* tandis que l'autre partie a été traitée avec la crème à base de sulfadiazine. Cet essai a été le seul à utiliser une partie du corps comme unité de randomisation [58]. En ce qui concerne le groupe *Aloe vera*, 30/30 soit 100% des patients ont été complètement guéris à J+19 contre 24/30 soit 80% des patients pour le groupe sulfadiazine pour le même intervalle de temps. Le temps moyen de cicatrisation a également été mesuré pour cet essai, ainsi pour le groupe *Aloe vera* il était de 15,9 +/- 2 jours alors que pour le groupe sulfadiazine il était de 18,73 +/- 2,65 jours. L'application de crème d'*Aloe vera* s'est donc avérée plus efficace que celle de sulfadiazine argentique mais reste toutefois non significative [59].

Une méta analyse reprenant 4 études avec un total de 371 patients a démontré un avantage statistiquement significatif concernant l'*Aloe vera* dans le traitement des brûlures. En comparaison avec des traitements conventionnels, le temps moyen de cicatrisation est diminué d'environ 9 jours. Bien que les données ne soient pas assez homogènes pour établir un protocole de traitement efficace, les auteurs concluent tout de même à l'efficacité de cette plante dans l'accélération de la cicatrisation des brûlures aux 1^{er} et 2nd degrés [60]

2.1.2. Expérimentations animales

Une autre étude, cette fois ci menée sur des rats, compare également l'efficacité de la crème d'*Aloe vera* (contenant 0,5% de gel) avec la crème de sulfadiazine argentique à 1% sur des brûlures au 2nd degré, ici dues à de l'eau chaude. Les rats ont été divisés en 4 groupes. Les crèmes ont été appliquées 24 heures après qu'ils aient été brûlés. A J+25, la taille moyenne de la brûlure était de 0,78 cm² pour le groupe Aloe contre 4,1 cm² pour le groupe sulfadiazine (5,5 cm² et 4 cm² pour les groupes références). La taille des brûlures est donc significativement plus petite lorsque celles-ci sont traitées par l'*Aloe vera*. Une comparaison au niveau histologique a également permis de démontrer que la réépithélialisation était plus précoce avec l'*Aloe vera* qu'avec d'autres crèmes [61].

Une étude expérimentale a été menée sur des cobayes brûlés sur 3% de la surface corporelle par contact direct avec une plaque chauffante afin de déterminer l'efficacité de l'*Aloe vera* sur les brûlures. Ainsi, 40 animaux ont été divisés en 4 groupes :

- groupe 1 : sulfadiazine argentique
- groupe 2 : extrait de gel d'*Aloe vera*
- groupe 3 : crème d'acide salicylique (aspirine)
- groupe 4 : pansement occlusif de gaze uniquement

Les pansements ont été changés quotidiennement, et la taille et l'aspect de chaque brûlure ont été enregistrés jusqu'à complète guérison. Le temps moyen de cicatrisation était de 50 jours pour les groupes 1,3 et 4 contre 30 jours pour les animaux traités par l'*Aloe vera*, ce qui permet de conclure à une efficacité significative. Une diminution de la prolifération bactérienne a également été rapportée pour le groupe *Aloe vera* et sulfadiazine [62].

Cependant, en comparaison avec une crème contenant 1% de cortisone, le gel d'*Aloe vera* s'est révélé moins efficace dans le traitement d'un coup de soleil provoqué expérimentalement [63].

2.1.3. Conclusion

Toutes ces études démontrent l'efficacité du gel d'*Aloe vera* dans la cicatrisation des brûlures au 1^{er} et 2nd degrés par rapport aux traitements conventionnels (sulfadiazine argentique, pansements de gaze vaselinés, etc...), même si la différence n'est pas toujours significative. En revanche pour certains essais, l'unique accès aux résumés ne permet pas de juger de la pertinence des résultats. De plus ces derniers sont souvent conflictuels car relevant de l'utilisation de différents produits commerciaux complexes, de composition du gel mal définie ou parfois même absente, plutôt que de composants natifs de la plante, ce qui provoque certaines difficultés pour faire des comparaisons sur des critères objectifs.

2.2. Les plaies

2.2.1. Plaies post hémorroïdectomies

Une étude randomisée en double aveugle a été menée pour comparer les effets d'une crème contenant de l'*Aloe vera* (0,5% de gel d'*Aloe vera* dont la composition exacte n'est pas définie) avec une crème placebo dans la prise en charge des douleurs postopératoire suite à une hémorroïdectomie. La crème placebo se composait d'un mélange de paraffine liquide, d'alcool stérile, d'alcool cétylique, de paraffine blanche solide, ainsi que de propyl-paraben et elle ne possédait pas de propriétés curatives. Sur 49 patients choisis, 24 ont donc été traités avec la crème d'*Aloe vera* et 25 avec la crème placebo. Les traitements ont été appliqués 3 fois par semaine pendant 4 semaines. La douleur a été évaluée grâce à une échelle visuelle analogique immédiatement après l'opération à H+12, H+24, H+48 et aux semaines 2 et 4. La cicatrisation des plaies a été évaluée à la fin de la 2^{ème} et de la 4^{ème} semaine et l'utilisation d'analgésiques a été enregistrée [64].

L'essai a conclu à une douleur significativement moindre pour le groupe Aloe à H+12, H+24, H+48, et au bout de la 2^{ème} semaine. L'*Aloe vera* diminue également la douleur après la défécation dans les 24 à 48h après l'intervention chirurgicale. A la fin de la deuxième semaine postopératoire, la cicatrisation des plaies était significativement plus élevée dans le groupe Aloe par rapport au groupe placebo (seulement 4% des patients ont bénéficié d'une cicatrisation complète). De plus, la consommation d'analgésiques était beaucoup moins importante pour les patients traités avec l'*Aloe vera*. En revanche, l'étude ne fait pas part du nombre de patients complètement guéris au bout de la 4^{ème} semaine. L'application d'*Aloe vera* sur une plaie post hémorroïdectomie serait donc efficace pour réduire la douleur à la fois au repos et lors de l'émission de selles. Cette plante permettrait également de diminuer la consommation d'analgésique ainsi que le temps de guérison [64].

2.2.2. Plaies chirurgicales

Un essai clinique a été mené sur des rats afin d'étudier les effets de l'application du gel d'*Aloe vera* combiné ou non avec l'application de micro-courants sur la cicatrisation de plaies cutanées chirurgicalement induites. Les rats ont subi une incision au niveau du dos (2mm de profondeur et 20mm de long) qui par la suite n'a pas été suturée. Ils ont ensuite été répartis au hasard dans les groupes suivants :

- groupe contrôle
- groupe traité par *Aloe vera*
- groupe traité par micro-courants
- groupe traité par *Aloe vera* et micro-courants.

Les différents traitements ont été commencés 24 heures après l'intervention et ont été quotidiennement appliqués pendant 10 jours. Par ailleurs, les résultats décrivent la réparation du derme et de l'épiderme y compris les paramètres morphométriques (étude de la géométrie des organes). La cicatrisation des plaies était complète chez tous les rats durant les 10 jours d'observation. L'analyse structurale a été réalisée à J+2, J+6 et J+10.

Les résultats ont montré une différence au niveau de la cicatrisation des plaies entre les groupes expérimentaux et le groupe témoin. Une hyperplasie tissulaire s'est montrée plus faible dans le groupe contrôle par rapports aux autres groupes. Le groupe traité par l'*Aloe vera* a clairement démontré une accélération de la cicatrisation par rapport au groupe témoin. Les souris soumises à l'unique application de micro-courants et celles soumises à l'application de micro-courants combinée au gel d'*Aloe vera* ont présenté une phase de prolifération plus précoce que celles traités uniquement par *Aloe vera*. Les données morphométriques ont confirmé les conclusions structurelles. Selon cette étude, l'application simultanée de gel d'*Aloe vera* et de micro-courants serait donc un excellent choix pour le traitement de plaies ouvertes indiquant ainsi une action synergique de ces deux applications. Le but de cet essai n'était pas de démontrer l'efficacité de l'unique application de gel d'*Aloe vera* sur les plaies ouvertes mais il n'en est pas moins que le gel de cette plante s'est montré indispensable qu'il soit seul ou associé [65]. D'autres essais seraient tout de même nécessaires avant de pouvoir conclure à une efficacité certaine du gel de cette plante sur ce type de plaie.

2.2.3. Plaies ischémiques

Une étude a été réalisée sur un seul patient, diabétique et hypertendu, souffrant d'une plaie ischémique ; elle fait partie d'un projet de recherche expérimentale qui vise à découvrir des traitements alternatifs pour ce type de plaie. Le patient a été traité avec des pansements imprégnés d'*Aloe vera* et de collagène tous les jours durant 10 semaines. Le jour J du commencement de l'étude, un tissu de granulation recouvrait les tendons. Il apparaissait également une sécrétion jaunâtre en petite quantité, inodore. Les bords de la plaie montraient une contraction de la fibrine ainsi qu'une épithélialisation (Fig.13). Le patient a signalé une légère douleur lors du nettoyage de la lésion. Le pansement n'a été appliqué qu'à J+16.



Illustration 13 : Photo présentant la plaie ischémique au jour J [66]

A J+27, le tissu de granulation recouvrait complètement la lésion. La plaie présentait un léger exsudat séreux, des bords réguliers ainsi qu'une péri-lésion brillante sans macération cutanée. A ce stade, le patient n'a plus signalé de douleur. Le fait que l'*Aloe vera* combiné au collagène ait gardé la lésion humide sans causer de macérations cutanée a attiré l'attention des chercheurs. En effet, grâce à cet élément, l'*Aloe vera* a démontré son action hydratante sur la plaie.

A J+35, la présence de tissu épithélial couvrant une grande partie de la plaie, la formation d'une croûte jaune sur les bords et l'absence d'exsudat ont été observés. Le patient n'a signalé aucune douleur.

A J+42, l'épithélium nouvellement formé couvrait presque toute la surface de la plaie et une croûte jaune couvrait les bords (Fig.14). Cependant, cela n'a pas interféré dans le processus de guérison et une réépithélialisation ainsi qu'une diminution de l'extension de la plaie ont été observés. A J+49, le tissu de granulation était presque imperceptible en raison de la formation d'un épithélium rose clair.



Illustration 14 : Photo de l'évolution de la plaie à J+42 [66]

Le traitement a finalement cessé à J+49. Une cicatrice correspondant à environ $\frac{1}{4}$ de la zone de lésion au début du traitement s'est formée, attestant ainsi d'un processus de contraction et de tissus nouvellement formé tout à fait satisfaisant (Fig.15). La guérison était donc complète au bout de 10 semaines, prouvant ainsi l'efficacité du pansement sur la réparation tissulaire. Aucune complication ni gêne n'a été observée, la douleur intense au début du traitement a cessé avant que la guérison ne soit complète. Il est toutefois important de noter que le succès de ce traitement est également dû à la bonne observance du patient concernant les recommandations faites par l'équipe ainsi que la bonne pratique des soins de la lésion [66].



Illustration 15 : Photo de la cicatrice formée à J+49 [66]

Cet essai a montré un résultat très satisfaisant concernant les propriétés cicatrisantes de l'*Aloe vera* sur les plaies ischémiques, mais il est impossible d'attester de la supériorité de celui-ci face aux autres traitements existants compte-tenu de l'absence de comparatif. De plus, cette seule étude ne permet pas de généraliser sur les effets bénéfiques de cette plante sur ce type de plaie.

2.3. Mécanismes d'action

Cette partie décrit les différents mécanismes d'actions de l'*Aloe vera* et de ses composants, en détaillant le rôle de chacun dans les différentes étapes de la cicatrisation.

2.3.1. Détersion

Le gel d'*Aloe vera* favorise la détersion par le biais de l'activation des macrophages. Ceux-ci vont participer à l'élimination des tissus dévitalisés par la production et la libération de protéases. Ils vont aussi produire et libérer des facteurs de croissance et des cytokines dont l'interleukine 1.

Les effets de l'*Aloe vera* sur la microcirculation et les taux de TNF-alpha et d'IL-6 (cytokines pro-inflammatoires) ont été étudiés chez des rats souffrant de brûlures induites. Ainsi, 62 rats ont été divisés en 4 groupes : groupe contrôle, groupe non traité, groupe traité par solution saline et groupe traité par *Aloe vera*. Il a été constaté que l'adhésion leucocytaire à J+14 a considérablement été réduite pour le groupe Aloe par rapport aux autres groupes. Les taux de TNF-alpha et d'IL-6 ont également diminué de façon significative. Les composants actifs de la plante inhiberaient donc le processus inflammatoire des brûlures et donneraient ainsi à cette dernière des vertus cicatrisantes [67].

2.3.2. Bourgeonnement

Cette phase importance de la cicatrisation est améliorée à plusieurs niveaux par l'utilisation du gel d'*Aloe vera*. En effet celui-ci va permettre un meilleur développement de la matrice extra-cellulaire via une stimulation accrue des fibroblastes, une synthèse de collagène augmentée, ainsi qu'un apport en oxygène et micro-nutriments autour de la région lésée en améliorant la micro-circulation locale.

Le glucomannane est un polysaccharide essentiel pour la cicatrisation puisqu'il influence le facteur de croissance des fibroblastes, le TGF- β 1, et stimule l'activité et la prolifération des cellules. Il améliore également la production et la sécrétion de collagène ce qui permet une accélération de la cicatrisation [54]. Les facteurs de croissance sont des protéines produites par la plupart des cellules et leur sécrétion déclenche des mécanismes en cascade autocrines et paracrines. Lorsqu'une plaie est présente, on observe la libération de TGF- β 1 par les plaquettes de dégranulation, permettant ainsi une meilleure régénération de la matrice extracellulaire [68,69]. Ce facteur de croissance favorise aussi l'angiogenèse en améliorant l'expression de facteurs angiogéniques comme le VEGF (facteur de croissance vasculaire endothélial) dans les tissus [70,71]. Le TGF- β 1 favorise donc l'angiogenèse, la prolifération des fibroblastes, la différenciation des myofibroblastes et la formation de la matrice extracellulaire [72,73].

L'*Aloe vera* prévient l'ischémie dermique au niveau des zones lésées en améliorant la micro-circulation cutanée et notamment en stimulant la néo-angiogénèse, c'est à dire la croissance de nouveaux capillaires sanguins au niveau du derme. Plusieurs mécanismes en sont à l'origine :

- une prolifération accrue des cellules endothéliales,
- une migration de ces mêmes cellules vers le site lésé améliorée par l'intermédiaire de la stimulation de la sécrétion des protéases matricielles par les fibroblastes et les macrophages [74],
- une vasodilatation locale des capillaires et artérioles expliquée par l'action inhibitrice du gel sur une enzyme, la thromboxane synthétase, impliquée dans la synthèse du thrombosane A2, un vasoconstricteur puissant [75].

Cette plante stimule aussi les fibroblastes par fixation directe d'un composé du gel sur leurs récepteurs membranaires ou de façon indirecte par l'intermédiaire des macrophages. Ceux-ci synthétisent les macromolécules de la matrice extra-cellulaire, à savoir le collagène, l'élastine et les protéoglycanes, ainsi que certaines protéases. Ces fibroblastes évoluent ensuite en myofibroblastes, qui sont à l'origine des forces de rétraction permettant la fermeture de la plaie [76].

L'*Aloe vera* améliore donc la phase de bourgeonnement en stimulant la synthèse des fibroblastes, de la matrice extra-cellulaire ainsi que du collagène par le biais de plusieurs mécanismes, mais aussi en favorisant la néo-angiogénèse locale.

2.3.3. Epithélialisation

Selon une très récente étude (2015), l'acémannane jouerait un rôle clé dans la guérison des plaies cutanées. Les résultats ont permis de constater que ce polysaccharide accélérerait considérablement la fermeture de la plaie ainsi que la prolifération cellulaire en activant la voie de signalisation ATK/mTOR responsable de la sécrétion de la cycline D1 [77]. Cette voie est une voie de signalisation intracellulaire jouant un rôle primordial dans l'homéostasie cellulaire par sa fonction de régulation de l'apoptose (mort cellulaire), de la croissance et du cycle cellulaire, ainsi que de l'angiogénèse.

**PARTIE IV : EFFETS
INDÉSIRABLES ET
TOXICOLOGIQUES DU
GEL D'*ALOE VERA***

1. Effets indésirables du gel d'*Aloe vera* en usage topique

L'utilisation du gel par voie topique n'a pas révélé d'effets indésirables notables, il est considéré comme non nocif. Seules quelques études ont rapporté des cas de dermatites allergiques, de démangeaisons et de sensation de brûlures. Ces effets sont très rares, d'intensité légère et réversibles à l'arrêt du traitement [76].

Ces réactions cutanées sont plus attribuées aux conservateurs contenus dans les préparations qu'au gel d'*Aloe vera* en lui même, ou aux anthraquinones présentes dans les gels mal purifiés [78]. En effet, l'utilisation aujourd'hui quasi exclusive de la pulpe d'*Aloe vera* est normalement exempte d'anthraquinones ce qui fait que les réactions cutanées ont disparu. Ces études rapportant ces quelques cas d'effets indésirables ont plus de 20 ans, époque où l'utilisation des extraits irritants de la feuille était encore courante.

2. Études toxicologiques

Des essais toxicologiques ont été réalisés sur le gel d'*Aloe vera* mais uniquement pour déterminer sa toxicité par voie orale et non par voie cutanée. Ainsi des études menées sur des rats, des souris et des chiens ont montré que l'acémannane avait une toxicité systémique minimale suite à une administration intra-péritonéale ou intraveineuse [76]. En revanche, Le gel d'*Aloe vera* par voie topique est normalement dénué de toute toxicité et d'une totale innocuité [16].

Un seul cas de dermatite a été rapporté chez une dame de 72 ans, sans antécédents. Elle a été hospitalisée suite à cet eczéma atopique apparu sur ses jambes accompagné de fortes démangeaisons, d'érythèmes et de desquamations des paupières. Elle avait appliqué du jus de feuille d'*Aloe vera* sur ses jambes afin de traiter une insuffisance veineuse périphérique chronique. Les patchs test se sont révélés positifs aux feuilles d'*Aloe*, à la gelée d'*Aloe* macérée et au nickel. Il lui a alors été prescrit des corticostéroïdes (crème à 1% d'hydrocortisone sur les paupières et onguent avec 0,1% d'acétate de méthylprednisolone pour les jambes) ce qui a permis aux lésions de régresser progressivement avec une complète résolution au bout de deux semaines de traitement sans récurrence après 8 mois [37,76]. Mais ce cas d'intoxication aiguë reste un cas isolé dans la littérature.

3. Précautions d'emploi et interactions

En usage externe, même s'il est réputé inoffensif et qu'il ne possède pas de contre-indication, le gel pur d'*Aloe vera* se doit d'être appliqué ponctuellement, de façon raisonnable et pour les affections graves, il est recommandé d'avoir un suivi médical [79].

Avant tout emploi sur une surface étendue, on recommande au consommateur de tester sa propre sensibilité en appliquant le gel d'*Aloe vera* sur la face interne de son poignet. Si une éruption cutanée ou un prurit apparaissent après quelques minutes, il sera déconseillé d'utiliser ce gel, quelque soit sa forme de présentation [16]. De plus, l'application du produit sur une peau irritée peut parfois provoquer une sensation de brûlure dans les minutes qui suivent, on conseillera alors de le réfrigérer au préalable à 4°C afin de diminuer cet inconfort [80]. Par ailleurs, le gel d'*Aloe vera* en usage cutané augmente l'absorption des crèmes stéroïdes telles que l'hydrocortisone, leur utilisation simultanée doit donc se faire avec prudence [46].

PARTIE V : UTILISATION TRADITIONNELLE

1. Dans le monde

L'*Aloe vera* est connue depuis l'antiquité. Elle était largement utilisée par les Egyptiens, les Assyriens et les civilisations méditerranéennes. Les traces des premières utilisations médicinales se retrouvent chez les Sumériens puis chez les Egyptiens, mais aussi les Chinois et plus tard les Hébreux, les Grecs, les Romains mais également les Amérindiens. Les Egyptiens de l'Antiquité Pharaonique connaissaient bien cette plante et l'utilisaient à des fins esthétiques et médicales. Ainsi l'*Aloe vera* était le produit de beauté des reines égyptiennes, Cléopâtre et Néfertiti devaient la beauté de leur peau et la fraîcheur de leur teint à des bains de pulpe d'*Aloe vera*. Par ailleurs, ils la considéraient comme un élixir de longue vie et la tradition voulait que l'on apportât, comme cadeau, un plant d'*Aloe*, symbole du renouvellement de la vie, lors des cérémonies funéraires. Il est retrouvé également dans les Hiéroglyphes ornant les tombeaux et des dessins sur les murs des temples montrent que la pulpe d'*Aloe* était utilisée de façon externe dans le traitement des brûlures, des ulcères et des infections cutanées [5,9,11,16].

En Chine, dans les premiers siècles après Jésus-Christ, des plantes du genre *Aloe* sont décrites dans les «Pen-ts'ao» : ouvrages traitant des plantes médicinales. Les feuilles fraîches d'*Aloe* étaient utilisées en dermatologie dans les troubles cutanés, en applications locales pour le traitement des sinusites et pour les brûlures d'estomac [11,16].

En Europe, l'*Aloe* ne commence à être exploitée qu'à partir du dixième siècle. Au XVII^e siècle, elle était transportée par les Anglais dans les îles de la Barbade d'où son nom d'*Aloe barbadensis* ou d'*Aloe vera*. A cette époque, les colons savaient préparer le suc d'*Aloe* pour les usages médicaux, mais ils n'avaient pas encore commencé à l'exporter. Cependant, on le trouva dans les drogueries de Londres en 1963. Il faut donc attendre le milieu du 19^e siècle pour voir la science s'intéresser sérieusement à l'*Aloe vera* et à ses vertus. Depuis, le suc et le gel sont inscrits à la Pharmacopée Européenne. Le suc est utilisé par voie orale comme laxatif stimulant et a pour indication « le traitement de la constipation aiguë de courte durée ». Le mucilage entre dans la composition de nombreux produits cosmétiques et est utilisé principalement en application cutanée pour soigner les affections dermatologiques telles que les coups de soleil, les brûlures superficielles, piqûres d'insectes, crevasses, etc...[11,16,81].

2. En France

L'*Aloe barbadensis* Miller, pour l'utilisation du mucilage et du suc, est inscrit sur la liste A des plantes médicinales utilisées traditionnellement (Pharmacopée Française, édition 2012) [81]. Le suc est commercialisé en pharmacie alors que le gel peut l'être par tout commerce. En effet, le Décret n°2008-841 du 22 août 2008 R art. 1 relatif à la vente au public des plantes médicinales autorise la vente du mucilage en l'état ou en poudre par des personnes autres que les pharmaciens [xv].

En pharmacie, le gel en usage topique est présenté sous forme de crème, de baume, ou en l'état. Deux produits sont particulièrement représentés sur le marché pharmaceutique: Nectaloe® de Santé verte (Fig. 16) et le Gel d'*Aloe vera* titré pur® de Planter's (Fig.17).



Illustration 16 : Photo présentant le gel externe Nectaloe® [xvi]



Illustration 17 : Photo présentant le Gel d'*Aloe vera* titré pur® [xvii]

Le gel Nectaloe® revendique une concentration en *Aloe vera* biologique de 97%. Il se compose d'eau, de poudre de gel d'*Aloe bardadensis*, de gomme xanthique, de carraghénane, de glucose, d'acide lévulinique, de glycérine, de sorbate de potassium, et de lévulinate de sodium. Ce gel externe se décrit comme «un soin hydratant avéré pour toute personne soucieuse de retrouver une peau souple et douce», tout en améliorant les «petits soucis cutanés qui résulteraient d'une agression extérieure». Il bénéficie d'une certification biologique [xvi]. On peut tout de même s'interroger sur la composition de ce produit qui précise bien «poudre de gel d'*Aloe*». En effet il est très difficile de faire la différence entre un produit naturel de qualité et un autre où l'ingrédient majoritaire est l'eau en mélange avec de la poudre ainsi que d'autres produits chimiques. Dans d'autres cas les feuilles sont broyées et pasteurisées (comme le lait) pour obtenir ce qu'on appelle un «jus». Seul le gel d'*Aloe vera* à l'état naturel et sans transformation peut donc revendiquer de véritables propriétés cicatrisantes.

En revanche, le Gel d'*Aloe vera* titré pur® prétend à une concentration de 99,9%. Il est composé d'*Aloe vera* pur 100% titré en polysaccharides, d'acide citrique naturel, de gluconolactone (fermentation du riz, maïs, canne à sucre), et de phytate de sodium (extrait de riz). Ce produit est ainsi décrit : «Formulé avec du pur jus d'*Aloe vera* titré et pressé à froid, ce gel protège, apaise et hydrate tous les types de peaux, [...] il est particulièrement recommandé pour soulager efficacement les coups de soleil, irritations, rougeurs, gerçures, sécheresse intime externe et piqûres d'insectes» [xvii]. Il respecterait donc la méthode de stabilisation à froid décrite dans la partie « Récolte et traitement » de cette thèse et grâce à laquelle les propriétés du gel frais extrait de l'*Aloe vera* sont conservées.

Afin de pouvoir pleinement bénéficier des vertus de l'*Aloe vera*, on recommandera donc vivement aux consommateurs d'utiliser des produits titrés purs à base de cette plante et de bien se renseigner sur leur origine.

CONCLUSION

Depuis plus de 5000 ans, l'*Aloe vera* est utilisée pour ses vertus cicatrisantes et hydratantes.

Cette efficacité a été démontrée au fil des années à travers différentes études même s'il serait nécessaire de les approfondir en détaillant la composition exacte du gel utilisé et en diversifiant les types de plaies à traiter ainsi que les traitements comparatifs.

En effet, il est assez difficile de généraliser sur les bienfaits de l'*Aloe vera* même si plusieurs essais mettent en avant un temps de cicatrisation plus court avec une meilleure hydratation de la plaie permettant un résultat plus esthétique.

Des produits à base d'*Aloe vera* sont déjà disponibles en pharmacie afin de traiter les petits maux du quotidien en proposant ainsi une alternative en phytothérapie. Il faut toutefois rester vigilant quant à la composition de ces produits et éviter des achats sur internet qui pourraient s'avérer inefficaces de par une récolte et une fabrication non contrôlées.

De plus, on pourrait envisager une utilisation en milieu hospitalier sur des plaies plus importantes comme les grands brûlés, ce qui permettrait de diminuer le coût du traitement. Mais pour se faire il faudrait donc réaliser plus d'études.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Haller Js.

A drug for all seasons, medical and pharmacological history of aloe.

Bulletin of the New York Academy of Medicine, 1990, 66:647-659.

[2] Bruneton J.

Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales, 4e éd., revue et augmentée, Paris,

Tec & Doc - *Éditions médicales internationales*, 2009, 1288 p.(ISBN 978-2-7430-1188-8).

[3] André J.

Les noms des plantes dans la Rome antique, *Les Belles Lettres*, 2010 (1985).

[4] Barcroft A.

Aloe Vera, remède naturel de légende. Editions medicis-entrelacs, 1998.

[5] Ernst E.

Médecines alternatives : le guide critique. *Editions Elsevier Masson*, 2005, p.98.

[6] Pr Gouyon.

Ecologie Systématique Evolution, 2005.

[7] The Angiosperm Phylogeny Group.

An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APGIII. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2009.

[8] Ole Seberg, Gitte Petersen, Jerrold I. Davis, J. Chris Pires, Dennis W. Stevenson, Mark W. Chase, Michael F. Fay, Dion S. Devey, Tina Jørgensen, Kenneth J. Sytsma and Yohan Pillon.

Phylogeny of the Asparagales based on three plastid and two mitochondrial genes,

American Journal of Botany, vol.99, n°5, 2012, p.875-889.

[9] Boufford D. E.

1997. Fumaria. In: Flora of North America Editorial Committee, eds. 1993+. *Flora of North America North of Mexico*. 18+ vols. New York and Oxford. Vol. 26, p 411.

[10] Perrot E. et Paris R.

Les plantes médicinales. Tome 1, *Ed. Presses universitaires de France*, 1971, p.9.

[11] Boullard B.

Plantes médicinales du monde, croyances et réalités. *Edition Estem*, 2001, p.27.

[12] Schmelzer G.H., Gurib-Fakim A.

Ressources végétales de l'Afrique Tropicale 11(1), Plantes médicinales 1, *Fondation PROTA*, 2008, p.94-95.

[13] Grindlay R., Reynolds T.

The Aloe vera phenomenon : a review of the properties and modern uses of the leaf parenchyma gel. *J. Ethnopharmacol.*, 1986 Jun, 16(2-3) : 117-151.

[14] Burte J.N.

Le Bon Jardinier, Encyclopédie Horticole. *Edition La Maison Rustique*, 153e édition, 1992: 1283-1287.

[15] Hennessee O.M., Cook B.K.

Aloe myth-Magic medicine. *Edition Universal Graphics*, 1989.

[16] Dr Y.Donadieu.

L'Aloès pour votre santé. *Edition Santédition, Saint-Laurent-Du-Var*, 2000 (32p).

[17] Atherton P.

Aloe vera revisited. *Br J Phytother.* 1998;4:76–83.

[18] Atherton P.

The essential Aloe vera: The actions and the evidence. 2nd ed 1997.

- [19] Ro JY, Lee B, Kim JY, Chung Y, Chung MH, Lee SK, et al.
Inhibitory mechanism of aloe single component (Alprogen) on mediator release in guinea pig lung mast cells activated with specific antigen-antibody reactions. *J Pharmacol Exp Ther.* 2000;292:114–21.
- [20] Hutter JA, Salmon M, Stavinoha WB, Satsangi N, Williams RF, Streeper RT, et al.
Anti-inflammatory C-glucosyl chromone from *Aloe barbadensis*. *J Nat Prod.* 1996;59:541–3.
- [21] Femenia, A.; Sanchez, E.S.; Simal, S.; Rosello, C.
Compositional features of polysaccharides from *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) plant tissues. *Carbohydr. Polym.* 1999, 39, 109-117.
- [22] Tizard IR, Ramamoorthy L.
Aloes and the immune system. Vol. 38. In: Reynolds T, editor *Aloes: the genus Aloe*. Boca Raton: Medicinal Aromatic Plants - *Industrial Profiles*, 2004, p. 313.
- [23] Push N ., Ross S.A., Elsohly M.A., et al
Characterization of aloeride, a new high-molecular-weight polysaccharide from *Aloe vera* with potent immunostimulatory activity. *J. Agric. Food Chem.*, 2001, 49 : 1030-1034.
- [24] Ni Y., Yates K.M., Tizard I.R.
Aloe polysaccharides. In *Aloes The Genus Aloe*; Reynolds, T., Ed.; CRC Press: Boca Raton, 2004; pp. 75-87.
- [25] Esua M.F., Rauwald J-W.
Novel bioactive maloyl glucans from *Aloe vera* gel: isolation, structure elucidation and in vitro bioassays. *Carbohydr. Res.* 2006, 341, 355-364.
- [26] Reynolds T., Dweck A.C.
Aloe vera leaf gel : a review update. *J. Ethnopharmacol.*, 1999, 68 : 3-37.
- [27] Atherton P.
Aloe vera : magic or medicine ? *Nurs. Stand.*, 1998 Jul 1-7, 12(41) : 49-52,54.

[28] Joshi S.P.

Chemical constituents and biological activity of *Aloe barbadensis* : a review.

J.Med. Arom. Plant Sci., 1998, 20 : 768-773.

[29] Akev N., Can A.

Separation and some properties of *Aloe vera* L., pulp lectins. *Phytother. Res.*, 1999 Sep, 13(6) : 489-493.

[30] Yagi A., Egusa T., Arase M., et al.

Isolation and characterization of the glycoprotein fraction with a proliferation-promoting activity on human and hamster cells in vitro from *Aloe vera* gel. *Planta Med.*, 1998 Apr, 64(3) : 180-182.

[31] Shelton R.M.

Aloe vera. Its chemical and therapeutic properties.

Int. J. Dermatol., 1991 Oct, 30(10): 679-683.

[32] Klein A.D., Penneys N.S.

Aloe vera. *J. Am. Acad. Dermatol.*, 1988 Apr, 18(4) : 714-720.

[33] Choi S., Chung M.H.

A review on the relationship between *Aloe vera* components and their biological effects seminar in integrative medicine p53-62, 2003.

[34] Hurbreteau M.

Le gel d'*Aloe vera* (L.) Burm.F., *Liliacées* 2001.

[35] Tanaka M., Misawa E., Ito Y., Habara N., Nomaguchi K., Yamada M., Toida T., Hayasawa H., Takase M., Inagaki M., Higuchi R.

Identification of five phytosterols from *Aloe vera* gel as anti-diabetic compounds.

Biological & Pharmaceutical Bulletin, volume 29, p 1418-1422, Juillet 2006.

- [36] Bezakova L., Oblozinsky M., Sykorova M., Paulikova I., Kostalova D.
Antilipoxygenase activity and the trace elements content of *Aloe vera* in relation to the
therapeutical effect. Janvier 2005.
- [37] Bourdeau M.A., Belaud F.A.
An evaluation of the biological and toxicological properties of Aloe Barbadensis (Miller),
Aloe vera. *Journal of Environmental Science and Health*, volume 24, p103-154,2006.
- [38] O'Brien C.
Physical and chemical characteristics of Aloe gels. *Faculty of science Johannesburg*,
Novembre 2005
- [39] Ni, Y.; Tizard, I.R.
Analytical methodology: the gel-analysis of aloe pulp and its derivatives. *In Aloes The
Genus Aloe*; Reynolds, T., Ed.; CRC Press: Boca Raton, 2004; pp. 111-126.
- [40] Dagne E., Bisrat D., Viljoen A., Van Wyk B-E.
Chemistry of Aloe species. *Curr. Org. Chem.* 2000, 4, 1055-1078.
- [41] Cosmetic Ingredient Review Expert Panel. Final report on the safety assessment of
Aloe andongensis extract, Aloe andongensis leaf juice, Aloe arborescens leaf extract, Aloe
arborescens leaf juice, Aloe arborescens leaf protoplasts, Aloe barbadensis flower extract,
Aloe barbadensis leaf, Aloe barbadensis leaf extract, Aloe barbadensis leaf juice, Aloe
barbadensis leaf polysaccharides, Aloe barbadensis leaf water, Aloe ferox leaf extract,
Aloe ferox leaf juice and Aloe ferox leaf juice extract. *Int. J. Toxicol.* 2007, 26, 1-50.
- [42] Esteban-Carrasco A., Zapata J.M, Lopez-Serrano M., Sabater B., Martin M.
Purification of two peroxidase isoenzymes of Aloe barbadensis wich oxidize p-coumaric
acid. *Plant physiology and Biochemistry*, Volume 40, p.127-132, Février 2002.
- [43] Wynn R.L.
Aloe vera gel : Update for dentistry. *General Dentistry*, Volume 53, p.6-9, Janvier 2005.

- [44] Singh Ahlawat K., Singh Khatkar B.
Processing, food applications and safety of aloe vera products: a review. *J Food Sci Technol.* 2011 October; 48(5): 525–533.
- [45] Hamman J.H.
Composition and Applications of Aloe vera Leaf Gel : a review. *Molecules* 2008, 13 :1599-1616.
- [46] Surjushe A., Vasani R., Saple D.G.
Aloe vera : a short review. *Indian J Dermatol.* 2008; 53(4): 163–166.
- [47] Tyler V.
Herbs of choice. In: The therapeutic use of phyto medicine. *Binghamton Pharmaceutical Products Press*, New York 1994 pp 131–135.
- [48] Sims P., Ruth M., Zimmerman E.R.
Effect of *Aloe vera* on Herpes simplex and Herpes virus (strains Zoster) *Aloe vera* of *American Archive.* 1971;1:239–240.
- [49] Chithra P., Sajithal G., Chandrakasan G.
Influence of *Aloe vera* on the healing of dermal wounds in diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology* 1998;59(3):195–201.
- [50] Mendonça F., Passarini J^rJ., Esquisatto M., Mendonça J., Franchini C., Dos Santos G.
Effects of the application of *Aloe vera* (L.) and microcurrent on the healing of wounds surgically induced in Wistar rats. *Acta Cirúrgica Brasileira* 2009;24(2):150–5.
- [51] Takzare N., Hosseini M., Hasanzadeh G., Mortazavi H., Takzare A., Habibi P.
Influence of *Aloe vera* gel on dermal wound healing process in rat. *Toxicology Mechanisms and Methods* 2009;19(1):73–7.
- [52] Steenkamp V., Stewart M.
Medicinal applications and toxicological activities of aloe products. *Pharmaceutical Biology* 2007;45(5):411–20.

- [53] Davis R., Di Donato J., Hartman G., Haas R.
Antiinflammatory and wound healing activity of a growth substance in *Aloe vera*. *Journal of the American Podiatric Medical Association* 1994;84(2):77–81.
- [54] Boudreau M. D., Beland F. A.
An evaluation of the biological and toxicological properties of *Aloe barbadensis* (Miller), *Aloe vera*. *Journal of Environmental Science and Health—Part C: Environmental Carcinogenesis and Ecotoxicology Reviews*. 2006;24(1):103–154. doi:10.1080/10590500600614303.
- [55] Tamura N., Yoshida T., Miyaji K., Sugita-Konishi Y., Hattori M.
Inhibition of infectious diseases by components from *Aloe vera*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* 2009; 73(4):950–3.
- [56] Visuthikosol V., Chowchuen B., Sukwanarat Y., Sriurairatana S., Boonpucknavig V.
Effect of *Aloe vera* gel to healing of burn wound a clinical and histologic study. *J Med Assoc Thai*. 1995 Aug;78(8):403-9.
- [57] Shahzad M.N., Ahmed N.
Effectiveness of *Aloe Vera* gel compared with 1% silver sulphadiazine cream as burn wound dressing in second degree burns. *J Pak Med Assoc*. 2013 Feb;63(2):225-30.
- [58] Dat AD, Poon F, Pham KBT, Doust J.
Aloe vera for treating acute and chronic wounds. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2012, Issue 2. Art. No.: CD008762. DOI: 10.1002/14651858.CD008762.pub2
- [59] Khorasani G., Hosseinmehr S., Azadbakht M., Zamani A., Mahdavi M.
Aloe versus silver sulfadiazine creams for second-degree burns: a randomised controlled study. *Surgery Today* 2009;39(7):587–91.
- [60] Maenthaisong R., Chaiyakunapruk N., Niruntraporn S.
The efficacy of *Aloe vera* for burn wound healing: a systematic review. *Burns*, 2007, 33: 713–718.

- [61] Hosseinimehr S.J., Khorasani G., Azadbakht M., Zamani P., Ghasemi M., Ahmadi A. Effect of aloe cream versus silver sulfadiazine for healing burn wounds in rats. *Acta Dermatovenerol Croat*, 2010, 18(1):2-7
- [62] Rodriguez-Bigas M, Cruz NI, Suarez A. Comparative evaluation of Aloe vera in the management of burn wounds in guinea pigs. *Plast Reconstr Surg*, 1988, 3:386-9.
- [63] Reuter J., Jocher A., et al. Investigation of the anti-inflammatory potential of Aloe vera gel (97.5%) in the ultraviolet erythema test. *Skin Pharmacol Physiol.*, 2008, 21(2):106-10.
- [64] Eshghi F., Hosseinimehr S.J., Rahmani N., Khademloo M., Norozi M.S., Hojati O. Effects of Aloe vera cream on posthemorrhoidectomy pain and wound healing: results of a randomized, blind, placebo-control study. *J Altern Complement Med*. 2010 Jun;16(6):647-50. doi: 10.1089/acm.2009.0428.
- [65] Mendonça F.A., Passarini Junior J.R., Esquisatto M.A., Mendonça J.S., Franchini C.C., Santos G.M. Effects of the application of Aloe vera (L.) and microcurrent on the healing of wounds surgically induced in Wistar rats. *Acta Cir Bras*. 2009 Mar-Apr;24(2):150-5.
- [66] Oliveira S.H., Soares M.J., Rocha PDE S. Use of collagen and Aloe vera in ischemic wound treatment: study case. *Rev Esc Enferm USP*, 2010 Jun, 44(2):346-51
- [67] Duansak D., Somboonwong J., Patumraj S. Effects of Aloe vera on leukocyte adhesion and TNF-alpha and IL-6 levels in burn wounded rats. *Clin Hemorheol Microcirc*, 2003, 29(3-4):239-46.
- [68] Shi Y., Massagué J. Mechanisms of TGF- β signaling from cell membrane to the nucleus. *Cell*.2003;113(6):685–700. doi: 10.1016/S0092-8674(03)00432-X.

[69] Atiba A., Ueno H., Uzuka Y.

The effect of Aloe vera oral administration on cutaneous wound healing in type 2 diabetic rats. *Journal of Veterinary Medical Science*.2011;73(5):583–589. doi: 10.1292/jvms.10-0438

[70] Postlethwaite A. E., Keski-Oja J., Moses H. L., Kang A. H.

Stimulation of the chemotactic migration of human fibroblasts by transforming growth factor β .*The Journal of Experimental Medicine*.1987;165(1):251–256. doi: 10.1084/jem.165.1.251

[71] Pertovaara L., Kaipainen A., Mustonen T., et al. Vascular endothelial growth factor is induced in response to transforming growth factor- β in fibroblastic and epithelial cells. *The Journal of Biological Chemistry*.1994;269(9):6271–6274.

[72] Sánchez-Elsner T., Botella L. M., Velasco B., Corbí A., Attisano L., Bernabéu C. Synergistic cooperation between hypoxia and transforming growth factor- β pathways on human vascular endothelial growth factor gene expression. *Journal of Biological Chemistry*. 2001;276(42):38527–38535. doi: 10.1074/jbc.m104536200.

[73] Hashemi S.A., Madani S.A., Abediankenari S.

The Review on Properties of Aloe vera in healing of cutaneous wounds. *Biomed Res Int*. 2015;2015:714216. doi: 10.1155/2015/714216. Epub 2015 May 19.

[74] Heggors J.P., Kucukcelebi A., et al.

Beneficial effect of Aloe on wound healing in an excisional wound model. *J. Altern. Complement. Med.*, 1996 Summer, 2(2) : 271-277.

[75] Somboonwong F.M.,Thanamittramanee S., et al.

Therapeutic effects of Aloe vera on cutaneous microrcirculation and wound healing in second degree burn model in rats. *J. Med. Assoc. Thai.*, 2000 Apr, 83(4) : 417-425.

[76] Morin E.

Aloe vera (L.) Burm.f. : Aspects pharmacologiques et cliniques.
Thèse Doct. Pharmacie, Nantes, 2008.

[77] Xing W., Guo W., Zou C.H., Fu T.T., Li X.Y., Zhu M., et al.

Acemannan accelerates cell proliferation and skin wound healing through AKT/mTOR signaling pathway. *J Dermatol Sci.* 2015 Aug;79(2):1019.doi:10.1016/j.jdermsci.2015.03.016. Epub 2015 Apr 1.

[78] Hunter D., Frumkin P.

Adverse reactions to vitamin E and Aloe vera preparation after dermabrasion and chemical peel. *Cutis*, 1991 Mar, 47(3):193-196.

[79] Schweizer R.M.

Aloès, la plante qui guérit. Edition APB, Clamecy 2000, p.79.

[80] Fulton J.E. Jr.

The stimulation of postdermabrasion wound healing with stabilized Aloe vera gel polyethylene oxide dressing. *J. Dermatol. Surg. Oncol.*, 1990 May, 16(5): 460-467.

[81] Michayewicz N.

L'Aloe vera, plante médicinale traditionnellement et largement utilisée depuis des millénaires, aux nombreuses propriétés thérapeutiques. Plante miracle ?

Thèse Doct. Pharmacie, Lorraines, 2013.

WEBOGRAPHIE

- i.** Sous embranchement des angiospermes [en ligne], consulté le 16 mars 2015
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Magnoliophyta>
- ii.** Arbre phylogénétique des angiospermes [en ligne], consulté le 16 mars 2015
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Angiospermes_arbre3.png
- iii.** Photo de plants d'*Aloe vera* [en ligne], consultée le 18 mars 2015
<http://guidealoevera.com/culture.php>
- iv.** Photo d'une coupe transversale de la feuille d'*Aloe vera* [en ligne], consultée le 23 mars 2015
<http://www.phyto-market.com/aloe-vera-des-sumeriens-a-nos-jours/>
- v.** Photographie de la fleur d'*Aloe vera* [en ligne], consultée le 30 mars 2015
<http://www.cactuspro.com/forum/read.php?1,533629,534189,quote=1>
- vi.** Planche taxonomique de l'*Aloe vera* [en ligne], consultée le 30 mars 2015
<http://fr.wikipedia.org/wiki/Alo%C3%A8s>
- vii.** Photographie d'un champ de plants d'*Aloe vera* aux Iles Canaries [en ligne], consultée le 30 mars 2015
http://aufildesmillies.free.fr/jour_detail.php?art=16
- viii.** Culture en pot de l'*Aloe vera* [en ligne], consultée le 29 avril 2015
<http://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/aloe-vera-culture-utilisation.php>
- ix.** Représentation de la molécule d'acémannane [en ligne], consultée le 08 avril 2015
http://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB0874753.htm
- x.** Dynamique de la cicatrisation normale [en ligne], consultée le 25 juillet 2015
http://www.med.univmontp1.fr/enseignement/Formation_Continue/Soirees/FMC_28_0110_PEC_plaies_chroniques_dynamique_cicatrisation_normale.pdf
- xi.** La cicatrisation [en ligne], consultée le 25 juillet 2015
<http://www.chups.jussieu.fr/polys/orthopedie/polyortho/POLY.Chp.19.html>
- xii.** Cicatrisation des plaies aiguës et chroniques [en ligne], consultée le 25 juillet 2015
http://traumatologie-chcambrai.com/questions/cicatrisation_plaies.pdf

- xiii.** Les différentes phases de la cicatrisation [en ligne], consultée le 17 août 2015
<http://www.sante-sur-le-net.com/fiches-info/cicatrisation/>
- xiv.** Histoire de l'*Aloe vera* [en ligne], consultée le 25 août 2015
<http://www.capaloe.fr/l-aloe-vera/histoire>
- xv.** Article D 4211-11 du Code de la Santé publique relatif à l'autorisation de la vente des plantes médicinales autre que par les pharmaciens [en ligne], consulté le 25 août 2015
<http://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006072665&idArticle=LEGIARTI000019377852&dateTexte=20130904>
- xvi.** Nectaloe gel externe de Santé Verte [en ligne], consultée le 25 août 2015
<http://www.sante-verte.com/index.php?produit=aloevera-gel-bio>
- xvii.** Gel *Aloe vera* titré pur de Planter's [en ligne], consulté le 25 août 2015
<http://www.planter's.fr/aloe-vera/corps/gel-aloe-vera-titre-pur.html>

ROULLIER, Margaux

**LE GEL D'ALOE VERA EN USAGE TOPIQUE ET SES VERTUS
CICATRISANTES**

Thèse pour le diplôme d'état de Docteur en Pharmacie

Université Picardie Jules Verne

2015

MOTS CLEFS

Aloe vera, gel, topique, cicatrisant, hydratant, acémannane, phytothérapie

RÉSUMÉ

Aloe vera ou *Aloe barbadensis* Miller est une plante verte de la famille des Liliacées à feuilles charnues évoquant un cactus, originaire d'Afrique du Sud . Depuis plus de 5000 ans, l'*Aloe vera* est utilisée pour ses vertus cicatrisantes et hydratantes qui seraient principalement dues à un polysaccharide : l'acémannane, bien que d'autres composés entrent également en jeu. Ces propriétés ont été confirmées par de nombreuses études abordées dans cette thèse. De nos jours l'*Aloe vera* est présent dans de nombreux produits que l'on retrouve en officine afin de traiter les petits maux du quotidien. Cependant, il faut rester vigilant quant à la composition de ces produits qui pourraient s'avérer inefficaces de par une récolte et une fabrication non contrôlées. La méthode de stabilisation à froid est indispensable pour la fabrication du gel et c'est pourquoi les produits titrés purs seront plus conseillés afin de pleinement bénéficier des vertus de cette plante.

JURY

Président : M^r Guy CAVE, Professeur de galénique

Membres : M^r Roland MOLINIE, Maître de conférences de pharmacognosie

M^{lle} Valentine VERMONT, Docteur en Pharmacie

