

N°d'ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE DJILALI LIABES DE SIDI BEL ABBES

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Mémoire

De fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : science de la nature et de la vie (S.N.V)

Filière : sciences biologiques

Option : Biotechnologie Microbienne

Thème :

Etude de l'activité antimicrobienne de *l'Aloe vera* vis-à-vis des
souches pathogènes isolés sur des brûlures infectés.

Soutenue le : 28 / 09 / 2020

Présenté par :

Mlle DJEBBAR Leila

Mlle ZEDDAM Ikram Kheira

Devant le jury:

President: MR BENINE MOHAMED .L

(MCA – UDL – SBA)

Examinatrice: Mme KHALDI .A

(MCA – UDL – SBA)

Encadreur : Mlle GUENAOUI .K

(MCB – UDL – SBA)

Année universitaire : 2019 / 2020

Remerciement

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce travail.

Nous tenons avant tout à exprimer nos remerciements les plus sincères à notre encadreur Mlle Guenaoui pour avoir accepté de diriger ce travail et pour sa précieuse, aide et ces orientations.

Nous remercions par ailleurs les membres du jury de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail et d'assister à la soutenance.

Sans oublier de remercier la responsable de laboratoire « Technologie alimentaire » Mme MEKKIOU pour son accueil et son aide.

A toute personne qui participé de près ou de loin pour l'accomplissement de ce modeste travail.

Dédicaces

*Avant toute chose, je remercie Dieu, le tout puissant, pour m'avoir donnée
la force et la patience.*

Je dédie ce modeste travail...

Aux personnes les chère au monde mes chers parents.

*A mes très chères sœurs et mon frère
Samira, Amina et Rachid*

A ma chère tante Abbassia et ma grande mère

A mon binôme Ikram.

Leila

Dédicaces

C'est grâce à Dieu « الله », le tout puissant qui m'a donné le courage et la volonté pour achever ce modeste travail que je dédie :

A mon Père et ma très chère Mère que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sincères sentiments, pour leur patience illimitée, leur encouragement continu, leur aide, en témoignage de mon profond amour et respect pour leurs grands sacrifices

A mes grands pères et grandes mères pour leur encouragement permanents

A mes très chères mes Frères : Youcef , Ramzi

A mes très aimables tantes : Leila et Soumia

A toute ma famille sans exception

A mon binôme Leila

Mon adorable amie : Kheira pour leurs encouragements

A tous ceux qui m'aime

Je dédie ce travail.

Résumé

L'*Aloe vera* est l'une des plantes les plus anciennement mentionnées en raison de ses propriétés médicinales et de ses bienfaits pour la santé, et d'un autre côté cette plante est un moyen très efficace pour soulager la douleur causée par une brûlure parce qu'elle contient des antibactériens comme elle peut également aider à éviter l'infection.

L'objectif de ce présent travail est d'étudier le pouvoir antibactérien de l'extrait à partir des feuilles d'*Aloe vera* sur des souches isolées chez des patients avec des brûlures infectés.

Dans l'ensemble des études réalisés par plusieurs chercheurs, les résultats ont montré que :

Aspergillus niger s'est révélé la plus sensible *vis à vis* de l'extrait brut d'*Aloe vera* (diamètre de la zone d'inhibition = 25.33 ± 1.53 mm) suivi par *Escherichia coli*. Par contre les souches *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus* se sont révélés résistantes. Le classement des souches selon un ordre décroissant de leur sensibilité (exprimée par la CMI) *vis-à-vis* d'extrait d'*Aloe vera*, est respectivement comme suit : *Aspergillus niger* (0.47 mg/ml), *Escherichia coli* (0.62 mg/ml), *Pseudomonas aeruginosa* (2.5 mg/ml) et *Staphylococcus aureus* (2.5 mg/ml).

Ces résultats suggèrent l'éventualité de l'utilisation de l'extrait d'*Aloe vera* comme traitement des certaines mycoses, plaie et des brûlures infectées par des bactéries pathogènes.

Mot clé : *Aloe vera* , pouvoir antibactérien , brûlures , sensibilité , pathogènes , CMI

Abstract

Aloe vera is one of the oldest plants mentioned due to its medicinal properties and health benefits, and on the other hand this plant is a very effective way to relieve the pain caused by a burn because that it contains antibacterials as it can also help avoid infection.

The objective of this present work is to study the antibacterial power of the extract from the leaves of *Aloe vera* on strains isolated from patients with infected burns.

In all the studies carried out by several researchers, the results have shown that:

Aspergillus niger was found to be the most sensitive to crude *Aloe vera* extract (diameter of the zone of inhibition = 25.33 ± 1.53 mm) followed by *Escherichia coli*. On the other hand, the *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus* strains have been shown to be resistant. The classification of the strains in decreasing order of their sensitivity (expressed by the MIC) to *Aloe vera* extract is respectively as follows: *Aspergillus niger* (0.47 mg / ml), *Escherichia coli* (0.62 mg / ml), *Pseudomonas aeruginosa* (2.5 mg / ml) and *Staphylococcus aureus* (2.5 mg / ml).

These results suggest the possibility of using *Aloe vera* extract as a treatment for certain fungal infections, wounds and burns infected with pathogenic bacteria.

Key word: *Aloe vera*, antibacterial power, burns, sensitivity, pathogens, MIC

ملخص

الصبار من أقدم النباتات المذكورة لما لها من خصائص طبية وفوائد صحية ، ومن ناحية أخرى يعتبر هذا النبات وسيلة فعالة للغاية في تخفيف الآلام الناتجة عن الحروق بسبب أنه يحتوي على مضادات للبكتيريا حيث يمكن أن يساعد أيضًا في تجنب العدوى .

الهدف من هذا العمل الحالي هو دراسة القوة المضادة للبكتيريا لمستخلص أوراق الصبار على السلالات المعزولة من مرضى الحروق المصابة.

أظهرت النتائج في جميع الدراسات التي أجراها عدة باحثين ما يلي:

وجد أن *Aspergillus niger* هو الأكثر حساسية لمستخلص الصبار الخام (قطر منطقة التثبيط = 25.33 ± 1.53 مم)

تليها *Escherichia coli*.

من ناحية أخرى فقد ثبت ان السلالات *Staphylococcus aureus* و *Pseudomonas aeruginosa* مقاومة.

تصنيف السلالات بالترتيب التنازلي لحساسيتها لمستخلص الصبار (المعبر عنها بواسطة MCI) هو على التوالي كما يلي :

Aspergillus niger (0.47مغ/مل) ، *Escherichia coli* (0.62) ، *pseudomonas aeruginosa* (2.5مغ/مل) و

Staphylococcus aureus (2.5مغ/مل) .

تشير هذه النتائج إلى إمكانية استخدام مستخلص الصبار كعلاج لبعض الالتهابات الفطرية والجروح والحروق المصابة بالبكتيريا المسببة للأمراض.

الكلمة الرئيسية: الصبار ، القوة المضادة للبكتيريا ، الحروق ، الحساسية ، مسببات الأمراض ، CMI

Tables des matières

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Listes des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction	1

Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre 01 : Les brûlures

1-La définition des brûlures cutanées.....	2
2-Physiologie des brûlures	2
2.1-Brûlures thermiques.....	2
2.2-Brûlure électriques.....	2
2.3-Brûlures chimiques	2
2.4-Brûlure par irradiation.....	3
3-Classification	3
3.1-Profondeur de la brûlure	3
3.1.1-Brûlure du 1 ^{ère} degré.....	3
3.1.2-Brûlure du 2 ^{ème} degré	4
3.1.2.1-Brûlure du 2 ^{ème} degré superficiel.....	4
3.1.2.2-Brûlure du 2 ^{ème} degré profond	4
3.1.3-Brûlure du 3 ^{ème} degré.....	5
3.2-Gravité.....	5
4-Symptômes.....	5
5-Diagnostic.....	6
6-Complications infectieuses lors de brûlures.....	6
7-Facteurs de gravité d'une brûlure et pronostic.....	7
7.1-Facteurs favorisant les infections.....	7
Sources de contamination.....	7
Micro-organisme en cause	8
Chapitre II : bactérie en cause	
1-Définition	10
<i>A-Staphylococcus aureus</i>	10

A.1-Généralité.....	10
A.2-Classification.....	11
A.3-Habitat	11
A.4-Etude bactériologique.....	12
A.4.1-tude microscopique	12
A.4.2-Culture	12
A.4.3-Caractère biochimique	12
A.5-Pouvoir pathogène	13
A.6-Sensibilité aux antibiotiques	13
B-Pseudomonas aeruginosa	13
B.1-Généralité	13
B.2-Habitat	14
B.3-Classification	14
B.4-Caractères cultureux	15
B.5-Pouvoir pathogènes	15
B.6-Résistance aux antibiotiques	15
C-Escherichia coli	15
C.1-Généralité	15
C.2-Habitat	16
C.3-Classification.....	16
C.4-Caractères cultureux	16
C.5-Pouvoir pathogène	17
C.6-Résistance aux antibiotiques.....	17
D-Klebsiella pneumoniae	18
D.1-Généralité	18
D.2-Habitat	18
D.3-Classification	18
D.4-Caractère cultureux	18
D.5-Pouvoir pathogène.....	19
D.6-Résistance aux antibiotiques	19
Chapitre III : Généralités sur l'Aoe vera	
1-Historique	21
2-Distribution géographique.....	21
3-Description botanique	22
3.1-Taxonomie et nomenclature	22
3.2-Anatomie et morphologie	22
4-Culture	26
4.1-Ecologie	26
5-Les feuilles de l'Aloe vera	26
6-Composition chimique de l'Aloe vera	27
7-Activation et effets thérapeutiques de l'Aloe vera	29
7.1-Usage cosmétiques.....	30
7.2-Activité antibactérienne et fongique	30
7.3-Activité anti-inflammatoire	30
7.4-Activité cicatrisante.....	30

Parie II : partie expérimentale

Matériels et méthodes

A. Matériels	32
1-Site de prélèvement.....	32
2-Matériel végétal.....	32
B.Méthodes	32
1-Extraction de l'Aloe vera	32
2-Prélèvement cutanés	34
3-Technique d'isolement	34
4-Identification bactérienne	34
4.1-Examen macroscopique	34
4.2-Examen microscopique	35
4.2.1-La coloration de Gram.....	35
4.3-Examens liés aux caractères biochimiques	36
4.3.1-La galerie Api 20	36
A-Principe	36
B-Technique	36
5-Méthode de diffusion en gélose.....	38
a-Milieu.....	38
b-Préparation du standart de turbidité McFarland	38
c-Préparation de l'inoculum.....	38
d-Ensemencement.....	38
e)réalisation des puits.....	38
6-Détermination de la concentration minimale inhibitrice(CMI).....	40
Résultats et Discussions	42
Conclusion	46
Références bibliographiques	

Liste des figures

Figure 01 : Anatomie de la peau après brûlure de différents degrés.....	3
Figure 02 : une main d' un personne brulé de premier degré.....	4
Figure 03 : visage d'une personne brulé de deuxième degré.....	4
Figure 04 : une main brûlée de troisième degré.....	5
Figure 05 : <i>Staphylococcus aureus</i> 309×204 jpg.....	11
Figure 06 : <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	14
Figure 07 : <i>Escherichia coli</i>	16
Figure 08 : Aspect des colonies de <i>K. pneumoniae</i> sur milieu gélosé.....	18
Figure 09 : Coupe transversale d'une feuille d' <i>Aloe vera</i>	27
Figure 10 : L'extraction d' <i>Aloe vera</i>	33
Figure 11 : Examen de coloration de gram des souches bactériennes étudiées.....	35
Figure 12 : La méthode de diffusion en puis AWDT.....	39
Figure 13 : Méthode de détermination de la CMI.....	41
Figure 14 : répartition des patients brûlés en fonction des tranches d'âge.....	42
Figure 15 : répartition des patients brûlés selon le degré de brûlure.....	43
Figure 16 : Pouvoir antibactérien d'extrait brut (<i>Aloe vera</i>) vis à vis d' <i>Aspergillus Niger</i> , <i>Escherichia coli</i>	45
Figure 17 : Pouvoir antibactérien d'extrait brut (<i>Aloe vera</i>) vis à vis d' <i>Staphylococcus aureus</i> et <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	45
Figure 18 : Concentration minimale inhibitrice (CMI) de chaque souche testée.....	47

Liste des tableaux

<u>Tableau 01</u> : Micro-organismes les plus courants qui colonisent et infectent les brûlures	8
<u>Tableau 02</u> : classification <i>Staphylococcus aureus</i>	11
<u>Tableau 03</u> : classification de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	14
<u>Tableau 04</u> : classification de <i>Escherichia coli</i>	16
<u>Tableau 05</u> : classification de <i>Klebsiella pneumoniae</i>	18
<u>Tableau 06</u> : classification de l' <i>Aloe Vera</i>	22
<u>Tableau 07</u> : Anatomie et caractéristiques morphologiques de l' <i>Aloe vera</i>	24
<u>Tableau 08</u> : La composition chimique de l' <i>Aloe vera</i>	28

Liste des abréviations

ADN : acide désoxyribonucléique

ECG : électrocardiogramme

ORL : oto-rhino-laryngologie

Méticilline SARM : Staphylococcus aureus résistant à méticilline

Ph : potentiel hydrogène

ATB : antibiotique

P. aeruginosa : *Pseudomonas Aerogenosa*

E. coli: *Escherichia coli*

AMP cyclique : adénosine mono phosphate

ODC: ornithine décarboxylase

ADH : arginine di hydrolase

TDA: tryptophane désaminase

PDA : phenylalaninedéaminase

VP : vosgesproskauer

k. pneumonie : *klebsiella pneumoniae*

J-C : Jésus- christ

La sphère ORL: la sphère oto-rhino-laryngologie

B-carotène : bêta carotène

CIT : citrate

GEL : gélatine emprisonnant des particules de charbon

LDC : lysine décarboxylase

H²S : sulfure d'hydrogène

TEST GLU : substrat carboné

IND : tryptophane

URE : urée

UFC : unité formant colonie

CMI : concentration minimal inhibition

INTRODUCTION

Les brûlures sont des pathologies traumatiques responsables d'une morbi-mortalité significative. Il s'agit d'un problème de la santé publique, notamment de part leur fréquence, leur gravité potentielle, les séquelles qu'elles peuvent générer, et les moyens qu'il faut déployer pour leur traitement et leur prévention.

Les recherches entreprises pour leur prise en charge thérapeutique, ont grandement amélioré leur pronostic. Cependant, l'utilisation de nombreux produits « conventionnels » est souvent limitée à cause de leur efficacité variable, leurs éventuels effets indésirables, leur indisponibilité et leur prix jugé élevé notamment dans les pays en développement.

La solution à ces nombreux inconvénients est le recours aux produits naturels ; ces produits issus de la médecine traditionnelle, ont prouvé depuis longtemps leur efficacité pour le traitement des brûlures, et présentent des avantages très intéressants du point de vue disponibilité, innocuité et faible prix de revient (**Jayakumar, 2015**).

Parmi les plantes ayant un grand potentiel thérapeutique dans ce domaine, *Aloe vera* ou *Aloe barbadensis* Miller .

Souvent appelée « plante miracle » ou « guérisseuse de la nature », *Aloe vera* est une plante aux nombreuses surprises. Le nom botanique d'*Aloe vera* est *Aloe barbadensis miller*. Il appartient à la famille Asphodelaceae (Liliaceae). Le nom '*Aloe*' vient du mot arabe "alloeh" ou du mot hébreu "halal", signifiant substance amère et brillante; «*Vera*» en latin signifie «réel». En raison de son toucher de cactus, *Aloe* est souvent appelé à tort un "Cactus du désert". Il y a plus de 400 espèces d'*Aloès* cultivées dans le monde, mais c'est la meunière d'*Aloe barbadensis* (*Aloe vera* ou "True *Aloe*") qui a été la plus utile à l'humanité en raison de ses propriétés médicinales (**Mehta, 2017**).

Les médecins anciens considéraient cette plante comme une bénédiction pour l'humanité .Il peut être appliqué pour obtenir un soulagement des coups de soleil ou d'autres types de brûlures car il réduit la douleur , l'inflammation , soulage la sensation de brûlure et guérit la plaie très rapidement (**Sampath, 2010**)

Dans ce cadre notre étude s'est intéressée à l'étude de pouvoir antimicrobien de l'extrait à partir des feuilles d'*Aloe vera* sur des microorganismes isolés chez des patients avec des brûlures infectés.

PARTIE I

Synthèse bibliographique

1. La définition des brûlures cutanées

La brûlure est une destruction traumatique de la peau (épiderme et derme) pouvant s'étendre aux tissus sous jacents (hypoderme, plan profond ostéomusculaire) (**Jaultet *al.*, 2010**) .

Il s'agit d'une pathologie accidentelle pouvant être extrêmement traumatisante, parfois mortelle, et très souvent responsable de séquelles physiques et psychologiques (**Chafiki *et al.*, 2007 ; Kolanek, 2011**) . Les brûlures diffèrent des autres plaies par la nature et l'extension des lésions cutanées qu'elles engendrent (**Fayolle, 1992**) ; en effet, les brûlures graves peuvent engendrer une cascade de perturbations mettant en danger plusieurs grandes fonctions de l'organisme.

2. Physiopathologie des brûlures

2.1. Brûlures thermiques

Une brûlure thermique résulte du transfert d'énergie entre une source externe et le corps.

Il s'agit d'un phénomène dynamique dont la gravité dépend de la température de l'agent externe, de la durée de l'exposition et de la localisation de l'atteinte (**Raffoul et Berger, 2006**) .

Le contact de la peau avec un agent chaud solide entraîne des lésions limitées mais profondes. Les liquides entraînent des brûlures étendues. La profondeur dépend du point d'ébullition et de la viscosité du liquide concerné. Les brûlures par huile (point d'ébullition > 300°C) sont plus profondes que celles dues à l'eau (point d'ébullition = 100°C) (**Djenane, 2010**) .

2.2. Brûlures électriques

Les brûlures électriques correspondant à une destruction cutanée causée par un courant électrique et en constituent la conséquence la plus habituelle . Elles peuvent être soit des brûlures secondaires à l'étincelle électrique appelée (flash) , soit dues au passage du courant électrique entre un point d'entrée et un point de sortie (**Bakkali, 2009**) .

Les brûlures électriques présentent peu de lésions cutanées cliniquement apparentes mais se caractérisent par des lésions profondes sévères menaçant le pronostic vital (**Safara et Barguesb, 2015**) .

2.3. Brûlures chimiques

Les brûlures chimiques sont rares. Elles sont dues à l'action caustiques d'un acide , base , produit organique ou anorganique qui va générer différents types de réaction chimiques en entrant en contact avec la peau (oxydation , réduction , corrosion , dessiccation ... ect) (**Levy *et al.*, 2018**).

2.4. Brûlures par irradiation

Elles surviennent lorsqu'il y a une exposition aux rayons ultraviolets (p.ex : coup de soleil) ou un contact avec des produits radioactifs (p.ex : radiothérapie) (Adjeneq et al., 2017).

3. Classification

Les médecins classent les brûlures selon des critères stricts et largement acceptés. Les définitions médicales classent en effet les brûlures en fonction de l'étendue de la lésion tissulaire.

3.1. Profondeur de la brûlure

La profondeur de la lésion provoquée par une brûlure peut être de premier, deuxième ou troisième degré (Figure01)

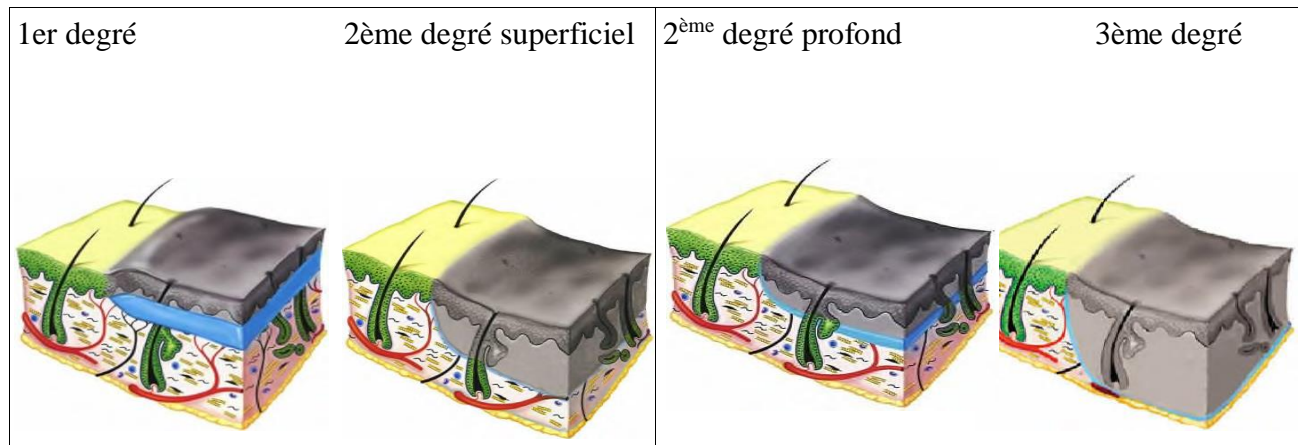


Figure 01 : Anatomie de la peau après brûlure de différents degrés (Claeyssen, 2009)

(*En gris : zone de nécrose ; en bleu : oedème).

3.1.1. Brûlure du 1^{er} degré

Correspond à l'atteinte de la couche cornée de l'épiderme sans atteinte de couche basale et de la couche de Malpighi. La guérison est rapide et spontanée après une desquamation (Figure 02) (Fraissinet, 2012).



Figure 02 : une main d un personne brûlé de premier degré –
(<https://www.msmanuals.com/fr/accueil/l%C3%A9sions-et-intoxications/br%C3%BBlures/br%C3%BBlures>)

3.1.2. Brûlure du 2eme degré

3.1.2.1. Brûlure du 2eme degré superficiel

Elle entraîne une destruction de l'épiderme, mais respecte la couche basale de Malpighi, cliniquement elle se manifeste par la présence des phlyctènes très extensives, peau de couleur rouge ou rose, très douloureuse (Safara, 2015 ; Bargesb, 2015).

3.1.2.2. Brûlure du 2ème degré profond

C'est une effraction partielle de la couche basale de Malpighi et une partie du derme .Elle est caractérisée par la présence de phlyctènes limitées, les lésions sont rouges suintantes et saignantes, la douleur est plus importante. La guérison se fait plus lentement avec des cicatrices de mauvaise qualité (**Figure 03**) (Benrahal, 2012).



Figure 03: visage d'une personne brûlé de deuxième degré -
(<https://www.msmanuals.com/fr/accueil/l%C3%A9sions-et-intoxications/br%C3%BBlures/br%C3%BBlures>)

3.1.3. Brûlure du 3eme degré

La totalité de l'épiderme et du derme est détruite, pouvant aller jusqu'à la carbonisation. Les tissus cutanés ont un aspect de carton, peau de plusieurs couleurs : blanche brune voire noire, absence de douleur ni de saignements. Une greffe est nécessaire (**Figure 4**) (**Adjeneget al., 2017**)



Figure 04 : une main d'une personne brûlée de troisième degré - <https://www.msmanuals.com/fr/accueil/l%C3%A9sions-et-intoxications/br%C3%BBlures/br%C3%BBlures>

3.2. Gravité

Les brûlures sont aussi classées comme **mineures**, **modérées** ou **graves**. Ces catégories peuvent ne pas correspondre à la compréhension courante que l'on peut avoir des termes.

- a) **Brûlures mineures** : Toutes les brûlures du premier et du second degré qui occupent moins de 10 % de la surface corporelle sont en général classées comme mineures.
- b) **Brûlures modérées et graves** : Les brûlures mettant en cause les mains, les pieds, le visage ou les organes génitaux, les brûlures du second degré occupant plus de 10 % de la surface corporelle et toutes les brûlures du troisième degré occupant plus de 1 % du corps sont classées comme étant modérées ou, plus souvent, comme graves

4. Symptômes

Cession générale hormis la douleur avec une cicatrisation sans séquelle. Reconnaître précisément dans le 2e degré (lésion plus ou moins complète du derme) la part superficielle de la part profonde est souvent difficile avant J7. Cela signifie que la première évaluation de la profondeur d'une brûlure ne doit distinguer que le 1er degré qui est négligeable, du 2e degré, et du 3e degré, qui implique une hospitalisation en centre spécialisé. Les signes discriminants sont :

- le 1er degré est uniquement un **érythème** douloureux ;

- les **phlyctènes** et le décollement épidermique sont présents dans le 2e degré mais absents dans le 1er et 3e degré ;
- la décoloration à la **vitropression** disparaît dans le 3e degré ;
- une peau brûlée au 3e degré est atone, **sèche, cartonnée, insensible** et **indolore** et les **phanères** (poils, ongles) n'adhèrent plus (**Wassermann, 2002**).

5. Diagnostic

Les brûlures thermiques ne posent pas de problème de reconnaissance mais attention aux formes en mosaïques (association de degrés différents au sein d'une même surface).

Les brûlures électriques : deux types:

- la brûlure par arc, une brûlure thermique en réalité par embrasement (atteinte face).
- la brûlure par contact direct avec le courant ou avec un conducteur (Volt brûle-Ampère tue).

Lésions toujours profondes, difficile à évaluer. Le trajet exact du courant doit toujours être recherché : point d'entrée (facile) et le point de sortie (difficile).

Surveillance ECG de principe 24 heures.

Les brûlures chimiques. Acides ou bases souvent faites de projections punctiformes.

En cas de grande étendue le problème est parfois dramatique. Il faut toujours procéder au lavage précoce abondant à l'eau et prendre garde aux toxicités générales (acide fluorhydrique)

(**Moutet, 2002**).

6. Complications infectieuses lors de brûlures

L'infection, est longtemps, restée la principale cause de mortalité chez le brûlé. De nos jours cette mortalité est passée en seconde position derrière les complications respiratoires ; d'une part grâce aux recours à de nouveaux traitements locaux antibactériens et à de nouvelles techniques de pansement ; et d'autre part grâce aux progrès des traitements chirurgicaux qui ont permis une élimination rapide des tissus nécrosés susceptibles de s'infecter. Malgré tout, le contrôle de l'infection demeure un élément clé du traitement du brûlé, car non seulement il augmente ses chances de survie, mais il réduit la durée de son hospitalisation et améliore la qualité de la cicatrisation et donc la prévention des séquelles (**Ezzoubi et al., 2004**).

7. Facteurs de gravité d'une brûlure et pronostic

La détermination initiale de la gravité d'une brûlure dès la survenue de l'accident est délicate, et aucun examen complémentaire ne peut suppléer à l'expérience clinique. Des erreurs par sous-estimation ou par surestimation sont fréquentes. (**Bertin-Maghit et al., 2003**)

Trois paramètres essentiels déterminent la gravité d'une brûlure :

- l'étendue totale et la proportion de brûlure profonde
- la localisation des lésions et en particulier l'atteinte des zones fonctionnelles ;
- l'âge physiologique du patient (**Echinard, 2010**).

En pratique on a recours à différents indices pour évaluer le pronostic vital d'un patient brûlé, ces indices prennent en considération : la surface brûlée (en pourcentage de la surface corporelle totale) en combinaison avec d'autres paramètres de gravité : âge et sexe du patient ; existence de lésions de troisième degré ; présence de lésions d'inhalation ; pathologie grave associée ; localisation des brûlures (**Rochet et al., 1998**).

7.1. Facteurs favorisant les infections

La peau brûlée, par la présence de protéines dénaturées, constitue un milieu favorable pour la prolifération bactérienne; par ailleurs, les brûlures profondes, s'accompagnent d'une thrombose thermique du microcircuit empêchant la diffusion locale des composants cellulaires et humoraux des défenses immunitaires du patient. Les effets physiopathologiques et cliniques observés lors des infections peuvent être liés non seulement à l'action directe des micro-organismes, mais également avec la médiation des substances dérivées d'eux-mêmes (l'endotoxine dans le cas de Gram négatif) (**Verrient et al., 1996**).

7.2. Sources de contamination

Deux modes de contamination sont à distinguer :

- **Une contamination endogène** : à partir des germes du brûlé (réservoir intestinal ou ORL) ; elle est inévitable, mais facile à traiter.
- **Une contamination exogène** : à partir des germes, souvent résistants, présents dans l'environnement (eau, air, surfaces) ou véhiculés par le personnel soignant. Cette contamination représente un danger permanent justifiant des précautions d'hygiène et d'asepsie (**Marty, 2000**).

7.3. Micro-organismes en cause

Dans leur article de revue sur les infections lors des brûlures **Church et al., 2006**) ont dressé une liste des micro-organismes les plus couramment responsables des infections lors des brûlures (**Tableau 01**).

Tableau 01 : Micro-organismes les plus courants qui colonisent et infectent les brûlures (**Church et al., 2006**).

Bactéries Gram positif
Staphylocoques à coagulase négative ; <i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>Staphylococcus aureus</i> résistant à la méticilline (SARM) ; <i>Enterococcus</i> spp. ; Entérocoques résistants à la Vancomycine.
Bactéries Gram négatif
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ; <i>Escherichia coli</i> ; <i>Klebsiella pneumoniae</i> ; <i>Serratia marcescens</i> ; <i>Proteus</i> spp. ; <i>Enterobacter</i> spp. ; <i>Bacteroides</i> spp. ; <i>Acinetobacter</i> spp.
Champignons
<i>Aspergillus</i> spp. ; <i>Candida</i> spp. ; <i>Fusarium</i> spp. ; <i>Alternaria</i> spp. ; <i>Rhizopus</i> spp. ; <i>Mucor</i> spp.
Virus
<i>Herpes simplex virus</i> ; Cytomégalovirus ; virus varicelle-zona.

Les infections bactériennes sont de loin les plus fréquentes : les Streptocoques bêta hémolytiques peuvent être impliqués précocement ; le *Staphylococcus aureus* est le plus fréquemment retrouvé, est souvent résistant à la méticilline (SARM) ; les infections à Entérocoques surviennent en principe plus tardivement.

Parmi les bacilles à Gram négatif, *Pseudomonas aeruginosa* est le plus impliqué, sa présence est favorisée par l'humidité des pansements et des bains ; on peut isoler également des entérobactéries, soit relativement sensibles aux antibiotiques comme *Escherichia coli* et *Klebsiella pneumoniae* soit plus résistantes comme les *Enterobacter*.

Il faut aussi mentionner, les *Acinetobacter* souvent multirésistants aux antibiotiques. (**Marty, 2000**).

La survenue d'une infection fongique opportuniste est favorisée par les plaies étendues, l'immunodépression et l'antibiothérapie à large spectre. Les signes cliniques lors de ces infections ne sont pas spécifiques et ne diffèrent pas de ceux observés lors d'infections d'origine bactérienne. Si *Candida albicans* est le principale responsable des infections fongiques dans les unités de brûlés (**Macherlaet al., 2012**), des études récentes font état d'une incidence croissante d'infection à *Candida non-albicans*(NAC), *Aspergillus spp.* Et zygomycoses y compris *Rhizopus*. Ces organismes sont plus résistants aux traitements antifongiques et sont associés à un mauvais pronostic. Le traitement antifongique comprend le contrôle de l'infection par une surveillance microbienne fréquente et un traitement précoce avec des substances antifongiques appropriées chez les patients à haut risque (**Struck et Gille, 2013**).

1- Définition

Les bactéries sont partout. Peu de jardiniers se rendent compte qu'elles sont indispensables à la vie des plantes et ils sont encore moins nombreux à les avoir vraiment prises en compte ; elles désignent des organismes cellulaires simples, dépourvus de chlorophylle, et visibles uniquement au microscope. Les bactéries sont des éléments, qui n'appartiennent ni au règne végétal, ni au règne animal et qui d'habitude trouvées en très grand nombre parce qu'ils peuvent se multiplier rapidement chaque fois que nous entendons la bactérie, nous supposons que quelque chose est sale, que notre alimentation est mauvaise ou que quelqu'un est malade, mais ce n'est pas toujours vrai

Ce sont des procaryotes : leur ADN est contenu dans un seul chromosome qui n'est pas contenu dans un noyau. Les trois formes basiques, toutes présentes dans le sol, sont les coques (sphériques ou de forme ovale), les bacilles (en forme de bâtonnet) et les bactéries de forme spiralée. Pour l'essentiel, la bactérie se reproduit par division cellulaire, c'est-à-dire qu'une cellule se sépare en deux et donne deux cellules qui elles-mêmes se diviseront et ainsi de suite .

Les bactéries pathogènes spécifiques désignent des germes qui déclenchent une infection caractéristique chez un sujet sain (**Jeff et Wayne., 2008**).

A- *Staphylococcus aureus*

A-1-Généralité

Les espèces de *staphylococcus aureus* ont été identifiées par pasteur lui-même ; ce sont des bactéries qui provoquent des infections d'une extrême gravité (**Avril et al., 1992**).

Les *staphylocoques* sont des coques :

- Gram P+
- Possèdent une catalase
- Ayant un métabolisme fermentatif.

La classification actuelle distingue une vingtaine d'espèces. Seuls les staphylocoques coagulases sont considérés comme potentiellement pathogènes. Trois espèces peuvent coaguler le plasma de lapin oxalate : *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus intermedius* et *Staphylococcus hyicus*. L'espèce *aureus* est, elle-même, scindée en plusieurs biotypes selon l'origine animale et de la souche (**Layeral et Vierling., 2007**).



Figure 05 : *Staphylococcus aureus* 309×204 jpg

(<https://www.antibio-responsable.fr/bacteries/staphylocoque-dore>)

A-2-Classification :

La classification de *Staphylococcus aureus* est présentée dans le **Tableau N°02**

Tableau 02 : classification *Staphylococcus aureus* (Pillet et al., 1983).

Règne	<i>Bactéria</i>
Division	<i>Firmicutes</i>
Classe	<i>Bacilli</i>
Ordre	<i>Bacillaless</i>
Famille	<i>Micrococcaceae</i>
Genre	<i>Staphylococcus</i>
Espèce	Aureus

A-3-Habitat

Staphylococcus aureus est un germe ubiquitaire, retrouvé dans le sol, l'air et l'eau (**Fauchère et Avril., 2002**).chez l'homme environ un tiers des sujets sont porteurs sains qui hébergent la bactérie au niveau des muqueuses (principalement les fosses nasales) et des zones cutanées humides (périnée, aisselles) (**Nauciel et Validé, 2005**).

A - 4 - Etude bactériologique**A-4.1 - Etude microscopique :**

Ce sont des cocci à gram positif, isolés ou groupés en diplocoques ou en amas ayant la forme de grappes de raisin, de 0,8 à 1 μ de diamètre. La grande majorité des souches sont capsulées, mais les souches peuvent perdre leur capsule par culture.

A-4.2 - Culture :

Comme tous les germes très répandus dans la nature, le *staphylococcus aureus* est cultivé facilement sur les milieux usuels à des conditions de pH et de température variables. Il est même capable de pousser dans des conditions hostiles, par exemple en présence de 7% de NaCl. Ce caractère est mis à profit dans le milieu de culture sélectif hyper salé de Chapman pour isoler le staphylocoque d'un prélèvement poly microbien.

- **En bouillon** : *Staphylococcus aureus* donne un trouble uniforme en quelques heures.
- **Sur gélose ordinaire** : Les colonies sont lisses, rondes, bombées, brillantes, opaques, de 1 mm de diamètre. Elles se pigmentent habituellement en jaune doré (aureus), parfois en jaune citron et parfois sont non pigmentées.
- **En gélose profonde** : *Staphylococcus aureus* pousse dans les zones d'aérobiose et dans la zone d'anaérobiose. C'est donc une bactérie aérobie anaérobie facultative, capable de se multiplier à la surface de la peau, en aérobiose et dans les tissus mal oxygénés, plaie profonde par exemple.

A-4.3 - Caractère biochimique :

Staphylococcus aureus à un métabolisme aérobie prédominant et anaérobie facultatif il est catalase positive à la différence des bactéries du genre *streptococcus* qui n'ont pas de métabolisme aérobie. Il est toute fois capable de fermenter le glucose (métabolisme anaérobie) à la différence des microbes. Il est habituellement capable de fermenter le mannitol. Ce caractère est souvent, mais pas obligatoirement, associé à la propriété. Il est utilisé dans le milieu Chapman. La fermentation se traduit par le virage au jaune du milieu de culture (**Carbonnelle et al., 1987**).

A-5- Le pouvoir pathogène

Les infections staphylococciques en sont un bon exemple, élaborant de multiples enzymes (coagulases, fibrinolysines, hyaluronidases, β -lactamases...) leur assurant un pouvoir invasif important, les staphylocoques sont également toxicogènes (hémolysines, leucocidines). Ceci peut conduire à des infections localisées (furuncles, abcès) ou à des infections plus généralisées (septicémies thromboemboliques ou vasculaires, endocardites) (Mayer et al., 2004).

A-6 Sensibilité aux antibiotiques

La pénicilline G est très active sur les souches *staphylococcus aureus* non productrices de pénicillase, mais elles sont rares, aujourd'hui, les pénicillines, semi synthétiques de groupe méthicilline oxacilline ne ce pas détruites par la pénicillinase de *staphylococcus aureus*, ce sont d'excellents ATB anti-staphylocoques (Avril J GL et al., 1992).

B- *Pseudomonas aeruginosa*

B.1. Généralité

Le genre *Pseudomonas* est des bâtonnets aérobies Gram-négatives qui sont largement répandues dans la nature et caractérisées par une polyvalence élevée du métabolisme, grâce à la présence d'un système enzymatique complexe (Franzetti et Scarpellini., 2007).

Le groupe de *Pseudomonas* se compose de bactéries sous forme de bâtonnets, mobiles par ciliature polaire (sauf *Pseudomonas mallei*), non sporulant, elles sont aérobies obligatoires. Les *Pseudomonas* ont un métabolisme mésophile et chimio- organotrophe, peu exigeantes, et incapable de fermenter le glucose, se caractérisent par la pluralité des substances hydrocarbonées utilisées comme source de carbone et d'énergie, produisant des pigments, la plupart étant saprophytes et pouvant coloniser les cellules corticales mortes des racines (Cook et al., 1996).

Pseudomonas ont un grand intérêt en raison de leur rôle dans les maladies végétales et humaines et de leur potentiel croissant dans les applications biotechnologique (Mena et al., 2009).

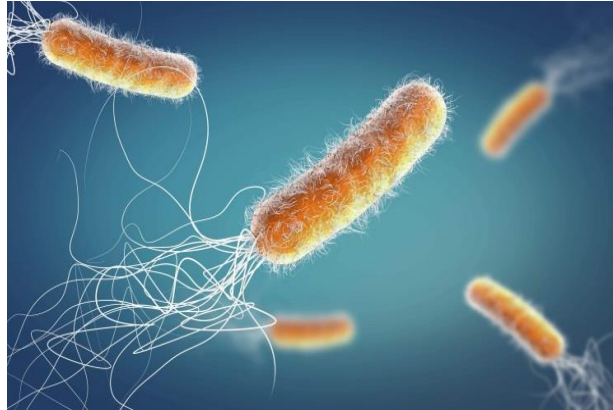


Figure 06 :*Pseudomonas aeruginosa*

(<https://focusedcollection.com/330410756/stock-photo-antibiotic-resistant-pseudomonas-aeruginosa-bacteria.html>)

B.2.Habitat

Le genre de *Pseudomonasse* retrouve dans des habitats naturels comme le sol, l'eau douce, les eaux marines etc., mais il a également été isolé des instruments cliniques, des solutions aseptiques, des cosmétiques et produits médicaux (**Franzetti et Scarpellin., 2007**).

B.3. Classification

La classification de *Pseudomonas aeruginosa* présentée dans le **Tableau N°03**

Tableau 03 : classification de *Pseudomonas aeruginosa* (**Krieg et al., 1984**)

Règne:	Bacteria
Division	Proteobacteria
Classe	Gammaproteobacteria
Ordre	Pseudomonadales
Famille	Pseudomanadaceae
Genre	<i>Pseudomonas</i>
Espèce	<i>Aeruginosa</i>

B.4. Caractères culturels

La culture de cette bactérie est facile avec ou sans production de pigments, sur des milieux minéraux synthétiques avec une source simple de carbone : acétate, pyruvate et des milieux sélectifs à base de triméthopime que l'on peut additionner d'acide nalidixique.

Les colonies de *P.aeruginosa* sont polymorphes, soit large avec une partie centrale bombée et un contour irrégulier (œufs sur le plat), soit des petites colonies mates légèrement bombées avec un bord circulaire régulier, des colonies muqueuses bombées, opaques, visqueuses parfois coulantes. (Avril et al., 2000).

B.5. Pouvoir pathogène

Pseudomonas aeruginosa est un agent pathogène opportuniste qui est important dans l'étiologie de nombreuses maladies infectieuses humaines (Silby et al., 2011). Les infections avec cette bactérie sont souvent accompagnées par un pus bleu, et la bactérie est communément isolée des spécimens cliniques (plaies, brûlures et infections des voies urinaires) (Miyada et Lory., 2003).

B.6. Résistance aux antibiotiques

P. aeruginosa est une bactérie robuste, naturellement très résistante aux antibiotiques et s'adaptant rapidement aux attaques médicamenteuses.

Sans sélection ni renforcement par des antibiothérapies antérieures, elle ne sera souvent sensible qu'à quelques antibiotiques : ticarcilline avec acide clavulanique, gentamicine, ciprofloxacine, ceftazidime, et pipéracilline seule ou avec ajout de tazobactam et acide borique (Van Helden, 1992)

C. *Escherichia coli*

C.1. Généralité

Également appelée colibacille et abrégée en *E. coli*, Bacille à bout arrondi, Gram-, mesure approximativement 2 à 4µm de longueur sur 0.6µm de largeur, ne possédant ni capsule ni spores, elle se présente isolée ou en courtes chaînettes, et en quelques cas, sous forme de très long filaments. Pourvu de cils, elle est généralement mobile grâce à une ciliature péritriche mais cette mobilité est très variable selon le milieu où la souche a été ensemencée. La **figure 07** représente une observation microscopique de coloration de Gram d'*Escherichia coli* (Bey, 2009)

Cette bactérie était initialement sensible à beaucoup d'antibiotiques, mais l'acquisition de la résistance est fréquente, surtout en milieu hospitaliers. (nauciel et vildé., 2005).

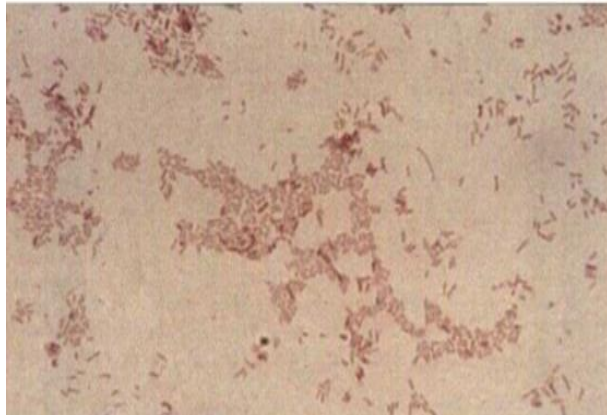


Figure 07 : *Escherichia coli* coloration de gram (G×100) (Hart et Shears ; 1999)

C.2. Habitat

E. coli est l'espèce la plus fréquemment isolée dans le laboratoire de bactériologie. C'est un commensal de l'intestin de l'homme et des animaux représentant l'espèce aérobie quantitativement la plus importante de la flore digestive (10P7 Pà 10P9 Pbactéries par gramme de selles). (Denis et al., 2007)

C.3. Classification

La classification d'*E. coli* est présentée dans le **Tableau N° 04**

Tableau 04 : classification *Escherichia coli* (Soumaila, 2012)

Règne	Bactérie
Embranchement	Proteobacteria
Classe	Gamma proteobacteria
Famille	Enterobacteriaceae
Genre	Escherichia
Espèce	<i>Coli</i>

C.4. Caractères cultureux

Elle se développe en 24 heures à 37 °C sur les milieux gélosés en donnant des colonies rondes, lisses, à bords réguliers, de 2 à 3 mm de diamètre, non pigmentées Sur gélose au sang. Les colonies de *E. coli*

sont lisses, gris terne, et de 2 à 3 mm de diamètre. Sur milieu Mac Conkey, Les colonies *d'E coli* Lactose-positives, sont de couleur rose à rouge, plates, sèches et de 2 à 3 mm de diamètre, elles sont généralement entourées d'une zone rose plus foncée des sels biliaires précipités(**Haouzi :2013**).

C.5. Le pouvoir pathogène

En médecine humaine ces germes sont qualifiés à la fois de banals commensaux et d'indiscutables agents pathogènes.ils peuvent donner lieu à deux types d'infections.

- Infections extra intestinales.
- Infections intestinales.

Ce germe peut être véhiculer dans des sites intestinaux, appareils génitaux urinaires , cystites , infection hépatique biliaires ou digestives, nerveuses (méningite à *E. coli*) et de septicémie . les *Escherichia coli* en cause ont le même pouvoir invasif que les schigelles, ou ils se multiplient à l'intérieur des cellules ou causent des inflammations.

Les toxines responsables sont : la toxine LT et ST qui stimulent l'adéninecyclase intracellulaire et augmente l'AMP cyclique qui donne une fuit. d'eau (**Nauciel et Vildé., 2007**).

C.6. Résistance aux antibiotiques

Cependant, l'utilisation massive et parfois abusive des antibiotiques, en ville comme à l'hôpital, a modifier considérablement l'écologie microbienne et tend à augmenter le taux de bactéries résistantes. Parmi les antibiotiques pour les quelles les bactéries ont développée unerésistance sont les beta-lactamines (**faure, 2009**).

Les β -lactamines représentent la principale famille d'antibiotiques la plus développée et la plus utilisée dans le monde. Cette large utilisation est due à leur large spectre d'action, leur faible toxicité, leur efficacité. Ces β -lactamines à large spectre d'action sont spécifiquement utilisées dans le traitement des infections résistantes potentiellement mortelles causées par des bactéries multirésistantes (**Vallée, 2015**).

D. *Klebsiella pneumoniae*

D.1. Généralité

Les bactéries appartenant à l'espèce *Klebsiella pneumoniae* sont des bacilles à Gram négatif, immobiles, non sporulés, anaérobies facultatifs et appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae (El Fertas-Aissani et al., 2012).

D.2. Habitats

Klebsiella pneumoniae est une espèce pathogène opportuniste (Brisse, 2004). Elle est fréquemment rencontrée dans la nature : eaux de surface, du sol, du bois et des végétaux (El Fertas-Aissani et al., 2012). Elle est présente dans le tube digestif de l'homme et des animaux, et elle est commensale des voies respiratoires (Joly et Reynaud., 2002).

D.3. Classification

La classification de *Klebsiella pneumoniae* est présentée dans le **Tableau N° 05**

Tableau 05 : classification *Klebsiella pneumoniae* (George et al, 2004).

Règne	Bacteria
Division	Proteobacteria
Classe	Gamma proteobacteria;
Ordre	Entérobactériale;
Famille	Enterobacteriaceae;
Genre	<i>Klebsiella</i>
Espèce	<i>Klebsiella pneumoniae</i>

D.4. caractères cultureux

Après 24 heures d'incubation à 37°C sur des milieux non sélectifs et des milieux sélectifs lactosés pour *Klebsiella pneumoniae* et après 48 heures pour *K. ozaenae* et *K. rhinoscleromatis* les colonies sont rondes, grandes de 3 à 4 mm de diamètre et d'aspect muqueux à cause de la présence de capsule (Joly et Reynaud., 2002).



Figure 08 : coloration de gram *Klebsiella pneumoniae*
(https://www.researchgate.net/figure/Gram-stain-of-a-urine-specimen-with-Klebsiella-pneumonia-The-Gram-stain-of-a-positive_fig5_319130439)

D.5. Pouvoir pathogène

Klebsiella pneumoniae est un agent classique et majeur d'infections nosocomiales en général et néonatales particulièrement (**Boukadida et al., 2002**).

Elle est l'une des principales espèces bactériennes impliquées dans les infections urinaires (IU) (**Ben Haj Khalifa et al., 2010 ; Struve et al., 2012**).

Elle fait partie du groupe KES (*Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*) qui est d'une grande importance en clinique hospitalière (**Nedjai, 2011**).

Les espèces *Klebsiella pneumoniae* sont à l'origine d'infections survenant dans les unités de soins intensifs (USI) (**Carpentier et al., 2012 ; Joly et Reynaud., 2002**). Elles peuvent également causer des bactériémies, d'abcès cérébral et des maladies chroniques comme la méningite (**Botelho, 2007**).

Klebsiella pneumoniae subsp ozaenae : Provoque l'ozène (une rhinite atrophique), elle est responsable d'infections variées de l'arbre respiratoire et au niveau cérébral (méningites et abcès) (**Joly et Reynaud., 2002**).

Klebsiella pneumoniae subsprhinoscleromatis : provoque le rhinosclérome, une infection granulomateuse chronique des voies respiratoires supérieures (cavité nasale) (**Botelho, 2007**).

D.6. Résistance aux antibiotiques

La multirésistance aux antibiotiques chez les entérobactéries et en particulier chez *klebsiella.spp.* est en perpétuelle évolution. Depuis plus de 20 ans, la résistance des entérobactéries aux

céphalosporines de troisième génération (C3G) ne cesse de se renforcer notamment par l'acquisition de bêta-lactamases à spectre élargi (BLSE), récemment s'ajoute la résistance aux fluoroquinolones (**Ben Haj Khalifa et al., 2010**).

K. pneumoniae producteur de β -lactamase à spectre élargi engendre, partout dans le monde, des infections nosocomiales d'allure le plus souvent endémique avec des bouffées épidémiques (**Boukadida et al., 2002**).

La résistance aux antibiotiques augmente de façon très inquiétante, et très peu d'antibiotiques nouveaux seront commercialisés dans les cinq prochaines années (**Carlet et al., 2012**).

1. Historique

La plante *Aloe vera* a une histoire remontant à l'époque biblique qui, appartient à la famille des liliacées, est une plante vivace ressemblant à un cactus (**Surjushe et al., 2008**).

L'*Aloe vera* est une plante préférée de nombreuses nations du monde. Il a été trouvé et décrit dans les écrits de beaucoup de cultures différentes et aussi loin que les époques grecque, égyptienne et romaine. Des références ont également été trouvées dans les écrits des premières cultures indiennes et chinoises. Il a été l'un des plus largement utilisés et plantes recherchées tout au long de l'histoire (**Mehta, 2017**).

Cette espèce est originaire de la région méditerranéenne (ou var.chinensis en Inde), mais elle est maintenant largement répandue dans le sud de l'Amérique du Nord, en Europe et en Asie (**Waller et al., 1978**). Les feuilles d'*Aloe vera* sont formées par un épais épiderme (peau) recouvert de cuticule entourant le mésophylle, qui peut être différencié en cellules chlorenchyma et cellules à paroi plus mince formant le parenchyme (filet). Les cellules parenchymateuses contiennent une gelée mucilagineuse transparente appelée gel d'*Aloe vera* (**Ramachandra et Rao, 2008**). Le genre *Aloe* contient plus de 400 espèces différentes d'*Aloe barbadensis* Miller, considéré comme le plus biologiquement actif (**Bozzi et al., 2007**).

La plante d'*Aloe vera* a été connue et utilisée pendant des siècles pour ses propriétés de santé, de beauté, médicinales et de soins de la peau. Le nom *Aloe vera* dérive du mot arabe "Alloeh" signifiant "substance amère brillante", tandis que "vera" en latin signifie "vrai". Il y a 2000 ans, les scientifiques grecs considéraient l'*Aloe vera* comme la panacée universelle. Les Egyptiens ont appelé *Aloe* "la plante de l'immortalité" (**Ravi et al., 2011**).

2. 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 (Schmelzer et Gurib-Fakim., 2008).

3. Description botanique

(Grindlay et Reynolds, 1986) ont décrit 314 espèces d'Aloès dans ses monographies classiques, actuellement ce genre répertorie plus de 420 espèces (Haller Jr, 1990) classées en deux groupes en fonction de leur utilisation, la plus connue et la plus utilisée est l'Aloe vera (Grindlay et Reynolds, 1986) de son nom botanique *Aloe vera Barbadosensis Miller*, du mot « aloès », on la retrouve également sous la dénomination d'*Aloe vulgaris* ou *Aloe vera*. Elle a été introduite par la suite au nord de l'Afrique, dans la péninsule arabique, la Chine, les pays méditerranéens (Haller Jr, 1990).

3.1. Taxonomie et nomenclature

Tableau 06 : classification de l'Aloe Vera (Baruah et al., 2016).

Règne	Végétal
Division	Trachéophytes
Embranchement	Spermaphytes
Classe	Monocotylédones
Ordre	Asparagées
Famille	Liliaceae
Sous-famille	Asphodelaceae
Genre	<i>Aloe</i>
Espèce	<i>Aloe vera Barbadosensis Miler</i>

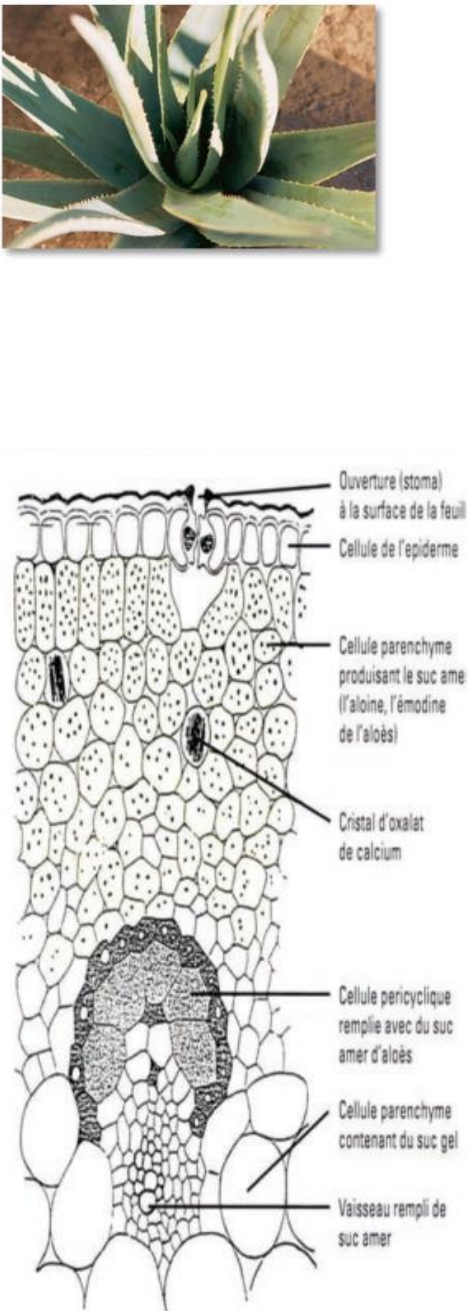
3.2. Anatomie et morphologie



Les botanistes précisent que l'*Aloe vera* est une plante :

- Tropical
- Vivace
- Arborescente de 80 à 100 cm de haut

- A fleurs, de la famille des Liliaceae à laquelle appartiennent les asphodèles, lelys, l'oignon, l'ail, l'asperge, le muguet, la tulipe...etc.
- Faisant partie également des plantes grasses, succulentes du latin succus signifiant jus ou suc.
- A l'état naturel, l'*Aloe vera* pousse sur des terrains sablonneux et calcaires de régions semi désertiques au climat chaud et sec. Sa reproduction s'opère par graines ou, plus aisément, par les rejets (stolons) qui poussent autour de son pied (**Grindlay et Reynolds, 1986**).

Tableau 07: Anatomie et caractéristiques morphologiques de l'Aloe vera (Grindlay et Reynolds, 1986).

Organes	Caractéristiques morphologiques	Illustrations
<p>Les feuilles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Charnues, lisses, à section triangulaire, aux extrémités pointues avec des bords munis d'épines ; • 15 à 30 feuilles par plante ; • d'un vert vif et plus basses avec des • taches blanchâtres irrégulières des deux côtés chez les jeunes plantes ; • les matures sont de couleurs gris vert; • les plus grandes atteignent 100 cm de long et 15 cm de largeur ; • présentent une écorce externe large d'environ 15 couches de cellules, sa dureté est due à la présence de grandes quantités de calcium et de magnésium. Sous cette écorce se trouvent des faisceaux vasculaires ou des tubes de xylène et de liber. Le xylène transporte l'eau et les minéraux depuis les racines vers les feuilles, tandis que le liber transporte les matériaux synthétisés vers les racines et les autres parties de la feuille ; 	 <p>The illustration consists of two parts. The top part is a photograph of a whole Aloe vera plant, showing its characteristic rosette of thick, pointed, serrated leaves. The bottom part is a detailed anatomical diagram of a leaf cross-section. Labels on the right side of the diagram include: 'Ouverture (stoma) à la surface de la feuille' (stoma opening on the leaf surface), 'Cellule de l'épiderme' (epidermal cell), 'Cellule parenchyme produisant le suc amer (l'aloïne, l'émodyne de l'aloès)' (parenchyma cell producing bitter juice), 'Cristal d'oxalate de calcium' (calcium oxalate crystal), 'Cellule pericyclique remplie avec du suc amer d'aloès' (pericycle cell filled with bitter aloin juice), 'Cellule parenchyme contenant du suc gel' (parenchyma cell containing gel juice), and 'Vaisseau rempli de suc amer' (vessel filled with bitter juice).</p>

	<ul style="list-style-type: none"> la coupe transversale d'une feuille d'Aloe vera permet de distinguer, de l'extérieur vers l'intérieur: la cuticule ,une couche épidermique, épaisse à structure consistante capable de retenir la quasi-totalité de l'humidité à l'intérieur, ce qui protège la plante de la chaleur et des rayons ultraviolets, au centre se trouve une pulpe épaisse : parenchyme mucilagineux incolore qui est le précieux gel, capable de stocker l'eau filtré par les racines et les feuilles et les substances nutritives en vue des longues périodes de sécheresse. 	
La tige	<ul style="list-style-type: none"> Tige ligneuse, courte sur laquelle se dressent des feuilles en rosettes spiralées. 	
Les racines	<ul style="list-style-type: none"> Elles sont de couleur jaunâtre, massives, courtes, et peu profondes. 	
Le fruit	<ul style="list-style-type: none"> Se présente sous la forme de petites capsules ovoïdes contenant de nombreuses graines. 	
Les fleurs	<ul style="list-style-type: none"> Apparaissent à maturité sur une ou plusieurs hampes, de couleurs jaunes ou rouges, atteignant parfois deux mètre ; disposées sous forme de grappes pendantes (trompettes). 	

4. Culture

4.1. Ecologie

L'*Aloe vera* pousse généralement dans les régions semi-arides et n'apprécie pas les conditions extrêmes telles qu'une humidité excessive ou des températures trop élevées. Il préfère des sols sableux ou limoneux, bien drainés, et peut pousser dans des sols pauvres en éléments nutritifs, mais il prospère sur les sols riches. Il peut très bien survivre à la sécheresse, mais n'est pas très résistant au gel. Il survivra malgré tout à une température de 3 °C, avec peu de dégâts. Les jeunes plantes apprécieront la mi-ombre alors que les plantes plus âgées aimeront une exposition complète au soleil. Durant les mois d'hiver en régions subtropicales, la plante entre en dormance et utilise très peu d'eau (**Schmelzer et Gurib, 2008**)

5. Les feuilles de l'*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 (**Perrot et Paris, 1971**).

La description de l'intérieur de la feuille peut porter à confusion car on trouve de nombreux termes pour le désigner : pulpe interne, parenchyme ou tissu mucilagineux, gel ou gelée mucilagineuse, gel interne. En réalité, le terme « pulpe » ou « parenchyme » désigne la partie intacte charnue de la feuille d'*Aloe vera*, contenant entre autre la paroi des cellules et les organites, alors que le terme « gel » ou « mucilage » se réfère au seul liquide visqueux contenu dans les cellules (**Ni et Tizard, 2004**).



Figure 09 : Coupe transversale d'une feuille d'*Aloe vera* (Ni et Tizard., 2004).

6. Composition chimique de l'*Aloe vera*

L'*Aloe vera* est composée de 99% d'eau, tous ces produits chimiques sont répartis dans la plante dans le pourcent restant. Bien que ceci semble être un faible pourcentage pour contenir tant d'ingrédients, leurs vertus sont prouvées

L'*Aloe vera*, Contient plus de 100 substances bioactives. Sans conteste, cette plante est un véritable et réel trésor de la nature. La multitude de ses composants et leur combinaison sous la forme d'un cocktail de principes actifs en fait un produit unique en son genre (**Bhattacharya et al., 2011**).

Tableau 08 : La composition chimique de l'Aloe vera (Bhattacharya et al., 2011).

Classe	Composants	Effets
Les vitamines	<ul style="list-style-type: none"> ● Vitamine B1 ,B2, B3, PRO-B5 ,B6, B9, B12,C,D,E ,acides folique, niacine, choline, inositol, B-carotène, tocophérol. ● vitamine A, C, E 	<ul style="list-style-type: none"> ● vitamine B12, acides folique participent à la production des cellules sanguines ; ● régénération cellulaire ; ● sont des antioxydants cruciaux...etc.
Les sels minéraux	<ul style="list-style-type: none"> ● Calcium-Potassium ● Magnésium ● Zinc ● Fer ● Manganèse 	<ul style="list-style-type: none"> ● Veille à la solidité des os, des dents,et fibres de collagène, et stimule la coagulation du sang lors des blessures ; ● intervient dans l'équilibre hydrique ; ● intervient dans le processus d'hématopoïèse ; ● renforce les défenses immunitaires, et stimule la formation du collagène...etc.
Les acides aminés	<ul style="list-style-type: none"> ● Alanine, arginine, thréonine, glycine, histidine, proline, leucine, isoleucine, lysine, méthionine, valine, serine, tyrosine...etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ● contribuent à des milliers de processus métaboliques dont la construction, croissance et régulation...etc.
Les lipides	<ul style="list-style-type: none"> Phytosterols : cholestérol, campestérol,lupéol, bsitostérol. ● acide linolénique, acide glutamique, acide arachidonique, triglycérides. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Agents anti-inflammatoire, vertus antiseptiques, analgésiques ;
Les Anthraquinones	<ul style="list-style-type: none"> ● Aloïne, isobarbaloine, anthracène, emodine, ester 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ils agissent en tant que laxatifs naturels et analgésiques.

	d'acide cinnamique, acide chrysophanique, barbaloine, anthranol, acide aloétique, resistannol...etc.	Présentant également des actions antibactériennes, antifongiques, anti protozoaires et antioxydants ...etc.
Les glucides	<ul style="list-style-type: none"> ● Polysaccharides : pectine, cellulose, mannane, galactane, arabinogalactane, xylane. ● monosaccharides : glucose, fructose, mannose, aldopentose, L-rhamnose. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Fibres alimentaires ; ● molécules plateformes pour différents produits bio-basés.

➤ Le gel d'Aloe vera

Le gel frais d'Aloe vera est un agent antibactérien et antifongique qui peut détruire facilement les micro-organismes et nettoyer le corps des toxines. Il peut également renforcer votre système immunitaire et accélérer votre métabolisme.

Les caractéristiques principales du gel sont :

- Son aspect visqueux.
- L'absence de couleur, transparent.
- Son gout légèrement amer (**Morin, 2008**).

7. Activités et effets thérapeutiques de l'Aloe vera

Généralement, l'Aloe vera a de nombreuses utilisations à la fois pour les humains et les animaux. Trois préparations distinctes de la plante sont utilisées : le latex d'Aloe vera, le gel d'Aloe vera et l'extrait de feuille entière d'Aloe vera, dont les ingrédients biologiques peuvent agir seuls ou en synergie (**Christaki et Florou-Paneri., 2010**).

7.1. Usages cosmétiques

L'utilisation d'*Aloe vera* dans les cosmétiques n'est pas nouvelle. *Aloe vera* est utilisée à des concentrations variant de 1 à 98%. Il est bien connu que le gel d'*Aloe vera* permet de conserver l'humidité pour des périodes extrêmement longues et a des effets apaisants. Ainsi, *Aloe vera* a trouvé une application étendue dans les industries cosmétiques et de toilette, tels que les hydratants, nettoyants, lotions solaires, dentifrices, rince-bouche, crèmes à raser, déodorants et shampoings (**Christaki et Florou-Paneri, 2010**).

7.2. Activité antibactérienne et antifongique

De nombreux chercheurs ont mentionné que *Aloe vera* inhibe la croissance de certains microorganismes comme *Streptomyces pyogenes*, *Shigella flexneri*, *Klebsiella sp.*, en particulier contre les bactéries Gram positif causant des intoxications alimentaires ou des infections diverses. Quant à l'activité antifongique, elle a reçu moins d'attention, bien qu'une activité inhibitrice contre *Candida* ait été rapportée (**Christaki et Florou-Paneri, 2010**).

7.3. Activité anti-inflammatoire

On pense que l'activité anti-inflammatoire du mannose-6-phosphate ressemble aux effets observés pour le mannane acétylé dans le gel d'*Aloe vera* qui réduit l'inflammation induite par les agents via la promotion de la synthèse des prostaglandines ainsi que l'infiltration accrue des leucocytes. Les effets des extraits aqueux et éthanolique du gel d'*Aloe vera* ont été testés sur l'œdème de la patte du rat ainsi que sur la migration des neutrophiles induite par la carraghénane. Il a été rapporté que les extraits aqueux inhibaient la formation d'œdème et diminuer le nombre de neutrophiles migrant. L'extrait éthanolique n'a pas montré d'effet sur l'œdème, mais a réduit le nombre de neutrophiles migrants (**Hamman, 2008**).

7.4. Activité cicatrisante

La cicatrisation résulte d'un mécanisme complexe et le rôle de l'*Aloe vera* n'est pas encore déterminé. Une première explication pourrait être la présence d'un grand pourcentage d'eau permettant de garder la blessure humide et donc d'augmenter le renouvellement cellulaire. Mais cette explication ne peut être la seule et s'accompagne d'autres facteurs comme une maturation plus rapide du collagène (**Reynolds et Dweck, 1999**).

L'activité cicatrisante de l'*Aloe vera* a pourtant été démontrée dans de nombreuses études.

En 2008, une étude a testé l'*Aloe vera* sur deux types de blessures, une entaille linéaire et des incisions « punches » rondes et profondes. Ces essais ont été faits sur les pattes arrière de lapins et ils ont été soignés soit par solution saline, soit par 3mL de jus d'*Aloe vera*. Sur les deux blessures, le groupe de lapins soignés à l'*Aloe vera* a récupéré de façon beaucoup plus rapide et sans inconfort contrairement au groupe témoin qui présentait des gonflements importants et une cicatrisation lente. L'*Aloe vera* a même réduit significativement la gravité des incisions « punches ». De plus, aucune réaction d'irritation n'a été notée.

Cette efficacité serait due à la grande présence de mannoses qui viennent se lier à la surface des fibroblastes pour les stimuler et activer une croissance cellulaire plus rapide (**Jia et al., 2008**).

D'autres études ont confirmé une croissance cellulaire plus rapide notamment en cas de lésions de la cornée chez le rat sain et même chez le rat diabétique. L'*Aloe vera* pourrait alors être un médicament sans danger pour les diabétiques ce qui serait une grande avancée scientifique. (**Kamal, 2015**) L'*Aloe vera* pourrait aussi avoir une influence sur la synthèse de collagène de type III. Cette action pourrait alors s'ajouter aux précédentes et réellement favoriser la cicatrisation et même l'hydratation (**Curto et al., 2014**).

PARTIE II

PARTIE EXPREMENTALE

**MATERIELS ET
METHODES**

A. Matériels

1. Site de prélèvement

Notre travail aurait été réalisé au niveau de service dermatologique à l'hôpital d'Oran pour le prélèvement des souches trouvées chez les patients qui ont des brûlures infectées.

2. Matériel végétal

Le matériel végétal, constitué de l'*Aloe vera* a été récolté dans la commune de Télagh wilaya de Sidi- Bel-Abbes en février 2020.

B. Méthodes

1. Extraction de l'*Aloe vera*

L'extraction a été effectuée selon la méthode de (**Annok et al., 2012**) qui consiste à nettoyer , découper et broyer (Moulinex) 400 g de *Aloe vera* auxquels on ajoute 500 ml de méthanol pur 99 % avant de laisser le mélange sous agitation pendant 24h à température ambiante et à l'obscurité . L'extrait brut est ensuite filtré par papier Whatman N°4, puis le résidu a été récupéré dans un autre récipient avec 500 ml d'éthyle acétate 99% et laissé sous agitation pendant 30 mn puis les suspensions sont encore filtrées par un papier Whatman N°4. Les deux filtrats obtenus ont été mélangés pour être séchés par du solvant à 45°C avec un rotavapeur .

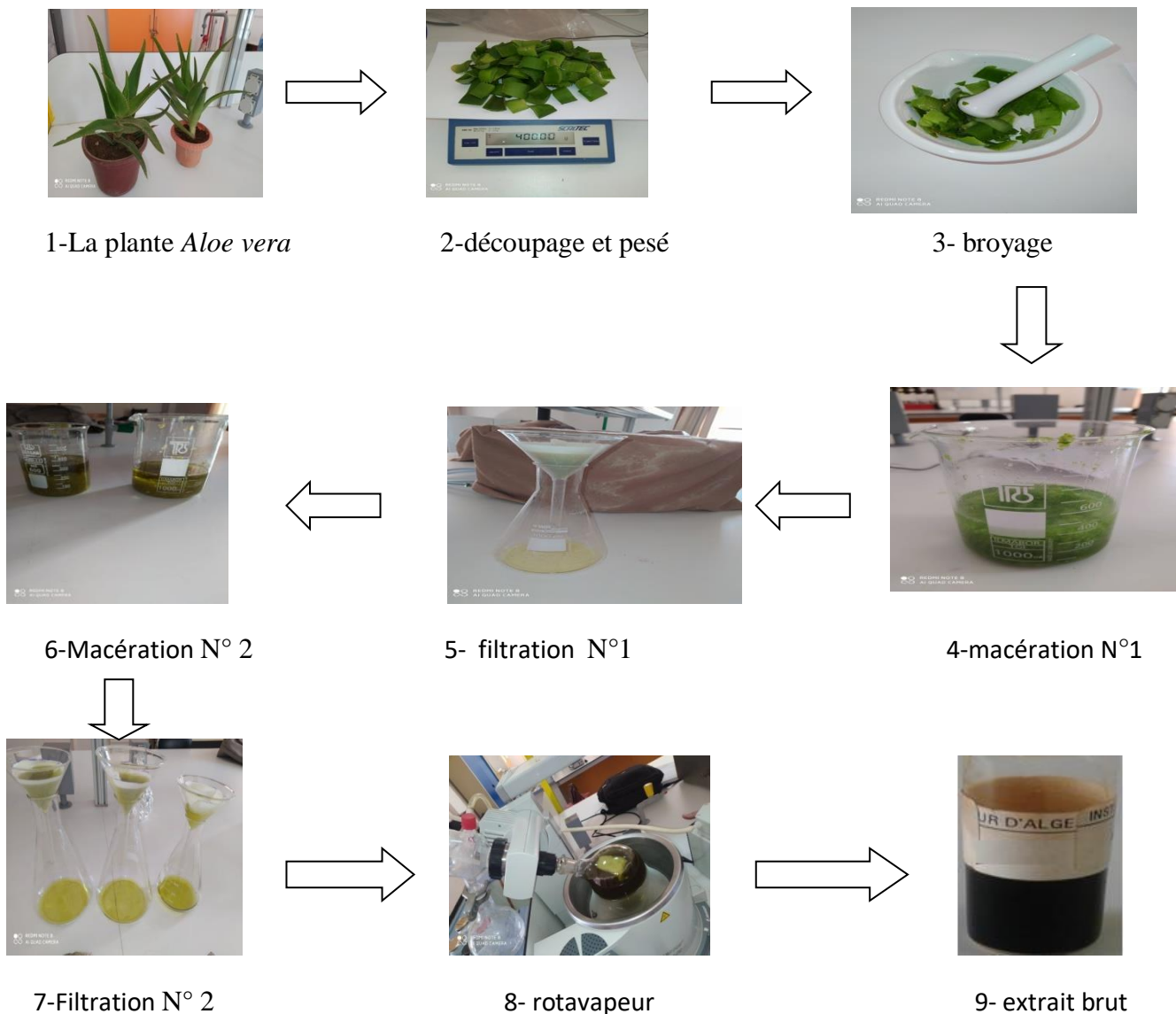


Figure 10: l'extraction d'*Aloe vera*

2. Prélèvement cutanés

- ✓ **Écouvillonnage cutané** : Il s'agit d'une technique qualitative qui consiste à frotter la surface de la jonction (zone brûlé-zone saine) au moment de changement des pansements avec 1 ou plusieurs écouvillons stériles (selon le nombre des sites dont on suspecte une infection).

3. Technique d'isolement

- L'écouvillonnage cutané reçu au laboratoire est ensemencé directement sur le milieu de culture gélose nutritive selon la technique de 4 quadrants
- décharger l'écouvillon sur le premier quadrant puis repris avec une pipette pasteur stérile en réalisant des striés serrés sur environ 1/3 de la boîte

- l'ensemencement des 4 quadrants se fait avec des stries allant de très serrées aux espacées du 1^{er} au 4^{eme} quadrant en tournant la boîte de pétri à chaque fois .
- incuber les boîtes à 37 degré C pendant 18 à 24h .
- après incubation une lecture est faite, si les boîtes ensemencées présentent une culture bactérienne, une identification est réalisée .

4. Identification bactérienne

4.1. Examen macroscopique :

Pour les examens macroscopiques des bactéries communes, aérobies strictes et anaérobies facultatives, l'observation des colonies a été faite à l'oeil nu ou à l'aide d'une loupe binoculaire. Dans les conditions données, chaque espèce bactérienne développe une colonie de taille, de forme, de couleur et de consistance caractéristiques (**Singleton, 1999**).

L'aspect des colonies dépend du milieu utilisé, de la durée et de la température d'incubation (**Singleton, 1999**).

Pour chaque type des colonies distinctes nous avons noté les caractéristiques suivantes ; la taille, la forme, l'élévation, la transparence, l'aspect de surface, la consistance et la pigmentation.

4.2. Examen microscopique

Au cours d'analyses microbiologiques, on peut observer des bactéries vivantes ou tuées et colorées, le plus souvent à l'aide d'un microscope optique.

L'examen des bactéries fixées et colorées sur des frottis permet de mieux observer les détails morphologiques des cellules bactériennes et orienter l'identification (**Delarras, 2007**).

4.2.1. La coloration de Gram

C'est la coloration de référence en bactériologie (**Denis et al., 2007**), elle permet de diviser le monde des bactéries en deux groupes distincts, mais certaines bactéries peuvent présenter un Gram variable, cette coloration permet en général d'apprécier la pureté des souches bactériennes avant toute identification (**Delarras, 2007**).

Le protocole est le suivant :

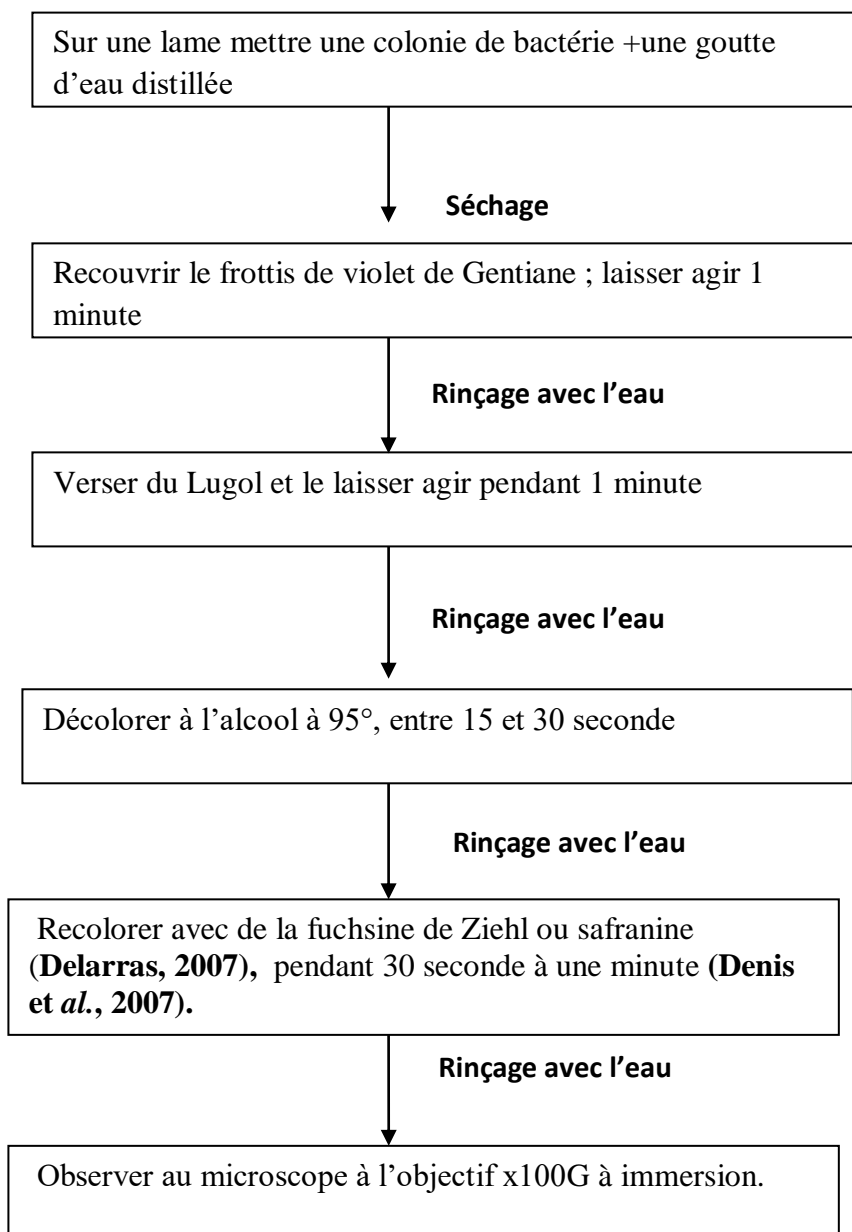


Figure 11 : Examen de coloration de gram des souches bactériennes étudiées (Delarras, 2007).

4.3.Examens liés aux caractères biochimiques

L'identification des différentes bactéries isolées a été réalisée grâce à :

- La galerie biochimique classique pour certains bacilles à Gram négatif, oxydase négatif.
- La galerie biochimique standardisée et miniaturisée Système API 20 E (BioMérieux) pour certains bacilles à Gram négatif, oxydase négatif.
- La galerie biochimique standardisée et miniaturisée Système API20 NE (BioMérieux) pour certains bacilles à Gram négatif non entérobactéries et non fastidieux, oxydase positif.

4.3.1- La galerie Api 20

API 20 est un système standardisé pour l'identification des Enterobacteriaceae et autres bacilles à Gram négatif non fastidieux, comprenant 21 tests biochimiques miniaturisés.

A.Principe :

La galerie API 20 comporte 20 microtubes contenant des substrats déshydratés. Les microtubes sont inoculés avec une suspension bactérienne qui reconstitue les tests. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs. La lecture de ces réactions se fait à l'aide du Tableau de Lecture et l'identification est obtenue à l'aide du Catalogue Analytique ou d'un logiciel d'identification (Delarras, 2007).

B. Technique :

Préparation de la galerie :

- Réunir fond et couvercle d'une boîte d'incubation et répartir environ 5 ml d'eau distillée ou dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide.
- Placer la galerie dans la boîte d'incubation

Préparation de l'inoculum :

- Utiliser un tube contenant 5 ml d'eau physiologique stérile ou d'eau distillée stérile.
- A l'aide d'une pipette, prélever une seule colonie bien isolée sur milieu gélosé. Utiliser préférentiellement des cultures jeunes (18-24 heures).
- Réaliser une suspension bactérienne en homo-généisant soigneusement les bactéries dans le milieu. Cette suspension doit être utilisée extemporanément.

Inoculation de la galerie :

- ✓ Remplir tubes et cupules des tests CIT, VP et GEL avec la suspension bactérienne en utilisant la pipette ayant servi au prélèvement.
- ✓ Remplir uniquement les tubes (et non les cupules) des autres tests.
- ✓ Créer une anaérobiose dans les tests ADH, LDC, ODC, H₂S, URE en remplissant leur cupule d'huile de paraffine.
- ✓ Refermer la boîte d'incubation.
- ✓ Incuber à 36°C ± 2°C pendant 18-24 heures.

Lecture :

- Après incubation, la lecture de la galerie doit se faire en se référant au Tableau de Lecture (voir annexe 2).
- Si 3 tests ou plus (test GLU + ou -) sont positifs, noter sur la fiche de résultats toutes les réactions spontanées puis révéler les tests nécessitant l'addition de réactifs :

- Test TDA : ajouter 1 goutte de réactif TDA. Une couleur marron-rougeâtre indique une réaction positive.
- Test IND : ajouter 1 goutte de réactif Kovacs. Une couleur rose diffusant dans toute la cupule indique une réaction positive.
- Test VP : ajouter 1 goutte des réactifs VP 1 et VP 2. Attendre au minimum 10 minutes. Une couleur rose ou rouge indique une réaction positive.

5. Méthode de diffusion sur gélose

La méthode de diffusion très utilisée en microbiologie (antibiogramme et anti fongigramme), repose sur la diffusion du composé antimicrobien en milieu semi solide (gélose molle), l'effet du produit antimicrobien sur la cible est apprécié par la mesure d'une zone d'inhibition, et en fonction du diamètre d'inhibition la souche du microorganisme sera qualifiée de sensible, d'intermédiaire ou de résistante. (**Broadasky *et al.*, 1976**).

a) Le milieu

La gélose Mueller Hinton (MH) coulée en boîte de Pétri sur une épaisseur de 4 mm. Les géloses sont séchées avant l'utilisation.

b) Préparation du standard de turbidité McFarland

Un standard de McFarland 0.5 doit être préparé et un contrôle de la qualité sera effectué avant de commencer le test de sensibilité. s'il est hermétiquement fermé et gardé dans le noir, le standard peut être conservé pendant 6 mois. Le standard McFarland est utilisé pour ajuster la turbidité de l'inoculum pour le test de sensibilité.

c) Préparation de l'inoculum

À partir d'une culture pure de 18 à 24h sur milieu d'isolement, on prélève à l'aide d'une anse ou une pipette Pasteur quelques colonies bien isolées qu'on dissocie dans 10 ml d'eau physiologique stérile, bien homogénéiser la suspension bactérienne, sa charge doit être équivalente à 0,5 Mac Ferland (correspond à environ 10^8 UFC/ml).

d) Ensemencement

L'ensemencement est fait par la méthode d'écouvillonnage

- On fait tremper l'écouvillon dans la suspension bactérienne.

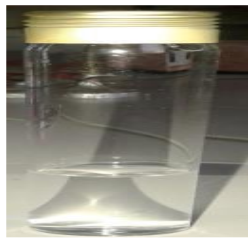
- On frotte l'écouvillon sur la totalité de la surface, de haut en bas, en stries serrées.
- L'opération est répétée deux fois, en tournant la boîte de 60 ° à chaque fois sans oublier de Faire pivoter l'écouvillon sur lui-même.
- On finit l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose.

e) Réalisation des puits

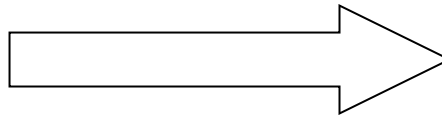
- Des puits sont creusé à l'aide d'une emporte pièce stérile. Généralement ont réalisé 1 puits par boîte de 6mm de diamètre (chaque test est réalisé en triplicat).
- Un volume de 80ul de l'extrait brut est mis dans les puits.
- Les boîte de pétri sont incubées à 37°C pendant 24h pour permettre la bonne diffusion de la substance antibactérienne (pré-diffusion) (**Doumandji et al., 2010**).
- La présence de zone d'inhibition à formées autour des puits est examinée après 18 à 24h d'incubation (**Hwanhlem et al., 2011**).

La lecture des résultats se fait par la mesure de diamètre des zones d'inhibition apparaissant ; il sera considéré comme positif si le diamètre est supérieur à 2 mm (**Figure12**).

Matériels et méthodes



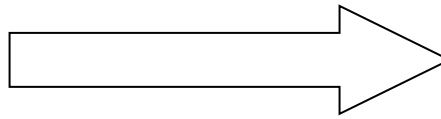
Cultures jeunes



Ensemencement par l'écouvillonnage



Des puits réalisés par emporte pièce



Extrait brut (*Aloe vera*).



Remplis les puits par 80 μ l d'extrait brut.



Puis, incuber à 37° C pendant 24h



La Lecture : mesurer les zone d'inhibition.

Figure 12 : La méthode de diffusion en puis AWDT (Barefoot et Klaenhammer, 1983)

7. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)

La détermination de la CMI a été réalisée par la Méthode de micro dilution sur milieu liquide selon **CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute, 2008)**.

Dans cette technique, des microplaques à fond rond (96 puits) sont utilisées pour déterminer la concentration minimale inhibitrice, dans chaque ligne de la microplaque, est déposé 100 µl du bouillon nutritif.

Ensuite, 200 µl de l'extrait brut à tester sont introduits dans le premier puits. Après avoir bien mélangé le contenu du premier puits, 100 µl est prélevé, puis déposé dans le 2ème puits, et ainsi de suite jusqu'au 11ème puits ou 100 µl restants sont éliminés. Par conséquent, nous obtenons une dilution $\frac{1}{2}$ entre chaque puits. Le dernier puits représente le témoin négatif : le puits n°12 contient uniquement le bouillon nutritif.

Enfin, 100 µl de l'inoculum (**$1 \cdot 10^6$** UFC/ml) est ajouté dans chaque puits. Les microplaques sont scellées et incubées à 37 °C pendant 24h (**Figure13**).

Matériels et méthodes

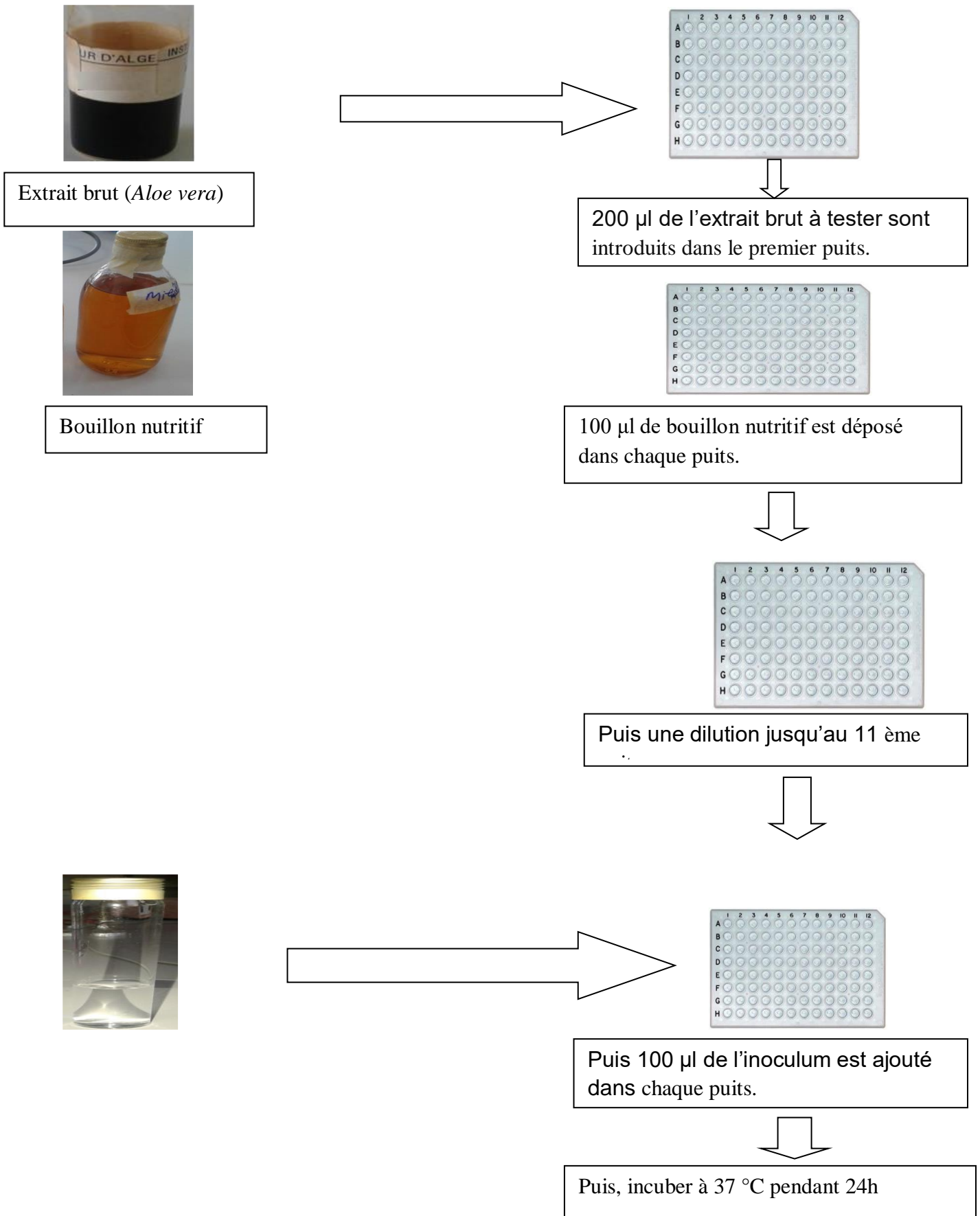


Figure13 : Méthode de détermination de la CMI (CLSI, 2008).

RESULTATS ET DISCUSSION

Résultats et discussion

L'*Aloe vera* est l'une des plantes les plus anciennes mentionnées en raison de ses propriétés médicinales et de ses bienfaits pour la santé, et d'un autre côté cette plante est un moyen très efficace pour soulager la douleur causée par une brûlure parce que elle contient des antibactériens comme elle peut également aider à éviter l'infection.

Comme cette plante a beaucoup de bienfaits ; de nombreux chercheurs ont fait leur étude sur l'activité antibactérienne de cette plante et à partir de ca on va faire la comparaison entre les résultats trouvées parce que nous n'avons pas pu terminer la partie expérimentale à cause les circonstances de la pandémie **COVID-19** ;

les résultats trouvée par (**Djebbar et al., 2019**) ont montrés que ;

- plus de la moitié des patients brûlés était représentée par des enfants de moins de 15 ans, ceci s'explique par la négligence de la surveillance des enfants par les parents .
- L'âge des patients varie de 15 mois à 88 ans.

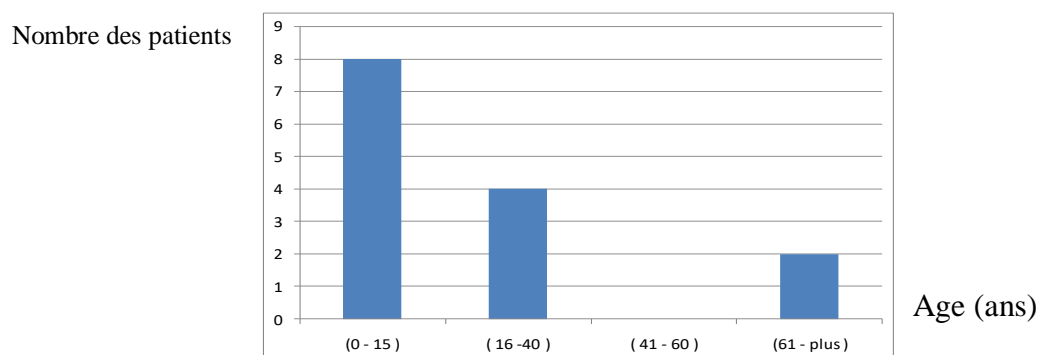


Figure 14 : répartition des patients brûlés en fonction des tranches d'âge (**Djebbar et al., 2019**)

- La brûlure peut être causée par plusieurs agents : thermiques , chimiques , électriques ou par irradiations.
- la plupart des brûlés ont présentés des lésions profondes de 2ème et 3ème degrés ; ces constatations rejoignent celle de (**Rajabhak et al., 2014**) sur 42 patients ; qui ont montré que la majorité des brûlures étaient des lésions profondes du deuxième et troisième degré.

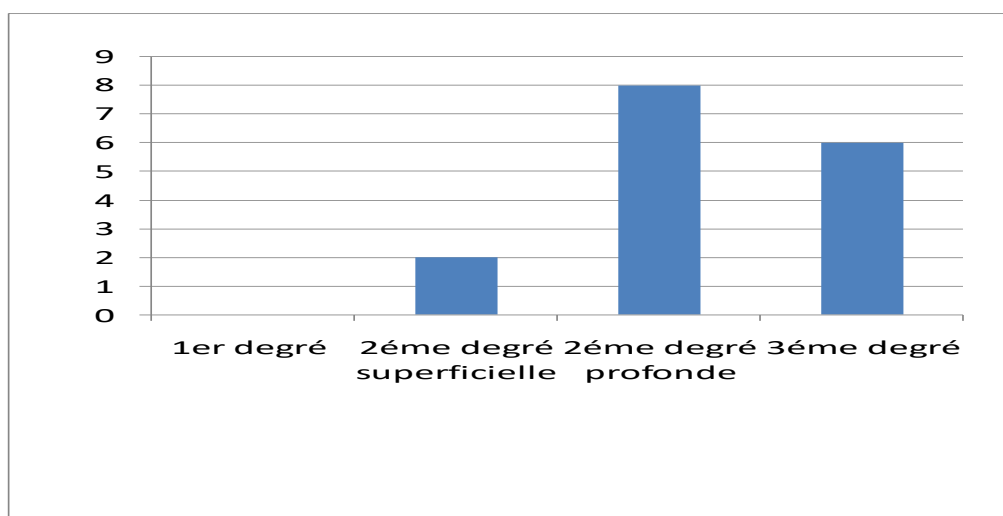


Figure 15 : répartition des patients brûlés selon le degré de brûlure (Djebbar et al., 2019)

Les brûlures représentent un terrain favorable pour la croissance et la multiplication des bactéries.

Ainsi que d'autres résultats trouvés par (sharma et al., 2017) et (Ekrami et kalantar., 2007) sur 182 patients ont montré que *Pseudomonas aeruginosa* (29.12 %) et *Staphylococcus aureus* (19.87 %) sont les bactéries les plus incriminées dans les infections bactériennes chez les brûlés .

Une étude prospective de l'écologie microbienne à l'unité des brûlés au sein de service de Bactériologie en collaboration avec l'Unité des Brûlés(UB) de l'hôpital Militaire d'instruction Mohamed V de Rabat – Maroc a été réalisée par (Essayagh, 2013) , les résultats des analyses bactériologiques de 112 prélèvements bactériologiques provenant des plaies de 58 patients de l'UB ont montré que 126 souches bactériennes non redondantes ont été identifiées et 26 prélèvements ont été stériles .

Acinetobacter baumannii a été la souche la plus dominante dans la série de (Revathi et puri., 1998). Elle a montré une résistance aux divers antibiotiques testés. Ce germe peut être rencontré dans divers sites de l'environnement du patient y compris les rideaux, les draps et les meubles (Revathi et Puri., 1998). Il peut également se propager par l'air sur de courtes distances, dans des gouttelettes d'eau et dans les écailles de peau de patients qui sont colonisés (Panit DVet Gore., 1993). Cependant le mode le plus commun reste la main du personnel soignant. Les patients infectés par cette souche peuvent la transporter à différents endroits de leur corps pour une période de quelques jours (Lari et Alaghebandan., 2000). Cette souche possède également la caractéristique de pouvoir survivre dans

des conditions de sécheresse (De Bandt., 1994 ; Kaushik et al., 2001) .*Pseudomonas aeruginosa* a été la seconde espèce la plus abondante, elle a été marquée par sa résistance aux antibiotiques.

Ce constat est corroboré par d'autres auteurs tels Kaushik, Revathi, Panit et Lari(Kaushik et al., 2001) . Cremer explique l'abondance de *P.aeruginosa* par la pratique de la balnéothérapie précoce (Cremer et al., 1996) .

Un essai clinique randomisé contrôlé a été réalisé afin de comparer l'effet de l'application de gel d'*Aloe vera* sur des brûlures au 2^{ème} degré à celui du sulfadiazine argentique. Un groupe de 30 patients a été choisi pour cette étude. Chaque patient présentait des brûlures similaires au 2^{ème} degré sur 2 parties du corps distinctes. Chacun a traité au hasard une partie avec de la crème à base de sulfadiazine argentique et l'autre avec de la crème d'*Aloe vera*. Le taux de ré-épithélialisation et la guérison des brûlures ont été nettement plus rapides sur le site traité avec l'*Aloe vera* que celui traité avec le sulfadiazine argentique. Les parties traitées avec l'*Aloe vera* ont été complètement guéries en moins de 16 jours versus 19 jours pour celles traitées avec le sulfamide. L'application de crème d'*Aloe vera* sur les brûlures au 2^{ème} degré est donc plus efficace que celle de sulfadiazine argentique mais elle n'est pas non plus significative (Khorasani et al., 2009) .

Dans une méta-analyse récente reprenant 4 études avec un total de 371 patients, un avantage statistiquement significatif pour l'*Aloe vera* dans le traitement des brûlures a été démontré. Le temps de cicatrisation est réduit d'environ 9 jours par rapport à des traitements conventionnels. Les auteurs concluent que l'application externe d'*Aloe vera* peut être utile pour accélérer la guérison de brûlures aux 1^{ère} et 2^{ème} degrés (Maenthaisong et al., 2007) .

Toutes ces études démontrent, bien que la différence ne soit pas toujours significative, que l'*Aloe vera* est plus efficace que le sulfadiazine argentique et les pansements vaselinés dans le traitement des brûlures aux 1^{ère} et 2^{ème} degrés avec un temps de guérison réduit. (Duansakd et al., 2003) .

Benzaza et Sattal (2018) ont étudié in vitro le pouvoir antimicrobien d'extrait brut d'*Aloe vera* par la méthode de diffusion en puits AWDT (méthode de Barefoot et Klaenhammer., 1983) sur un milieu gélosé, Mueller-Hinton, c'est le milieu le plus utilisé pour faire des tests d'antagonisme.

L'activité antimicrobienne de l'*Aloe vera* a été estimée en terme de diamètre de la zone d'inhibition autour des puits contenant l'extrait brut de l'*Aloe vera* à tester *vis-à-vis* des microorganismes testés ; une bactéries Gram positif (+) : *Staphylococcus aureus* , et deux bactéries Gram négatif (-) : *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli* et ainsi que un champignons : *Aspergillus niger* .

Résultats et discussion

L'extrait brut d'*Aloe vera* a montré des diamètres d'inhibition compris entre 25.33 ± 1.53 mm à 00 ± 00 mm vis à vis toutes les souches. Ainsi qu'il possède une activité inhibitrice importante vis à vis la souche *Aspergillus niger*, avec un diamètre d'inhibition de l'ordre de 25.33 ± 1.53 mm et un diamètre de l'ordre de 18.66 ± 0.58 mm pour *Escherichia coli*.

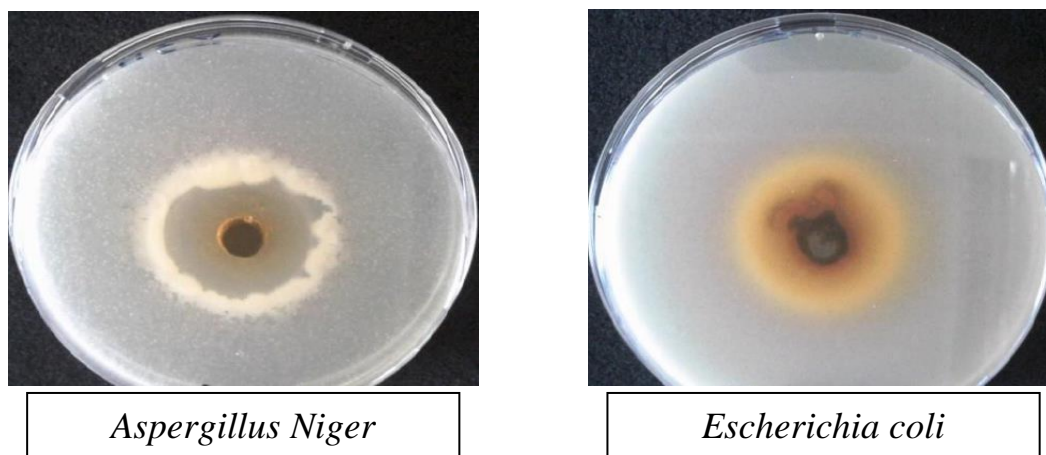


Figure 16 : Pouvoir antibactérien d'extrait brut (*Aloe vera*) vis à vis d' *Aspergillus Niger* ,
Escherichia coli (Benzaza et Sattal, 2018)

L'extrait brut d'*Aloe vera* a montré alors qu'aucune activité inhibitrice n'a été notée de *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*.

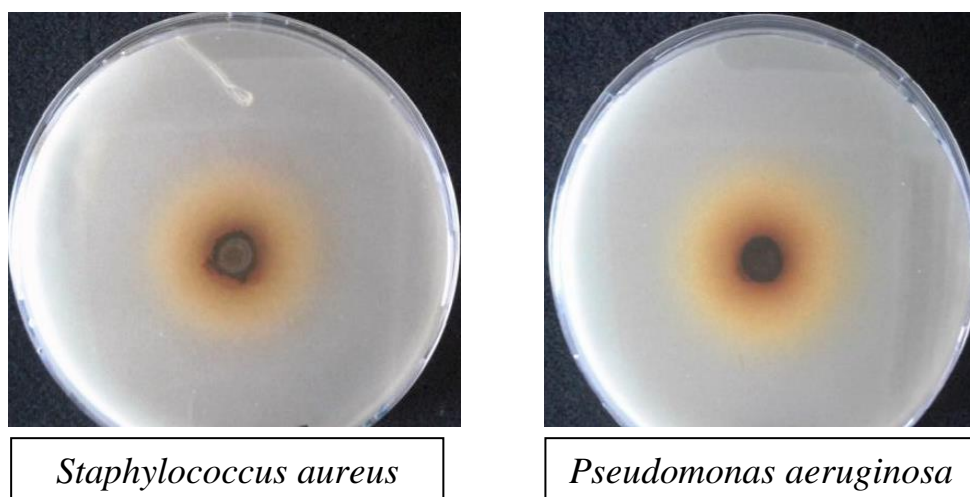


Figure 17: Pouvoir antibactérien d'extrait brut (*Aloe vera*) vis à vis d'*Staphylococcus aureus* et
Pseudomonas aeruginosa (Benzaza et Sattal, 2018)

Les résultats de (**Benzaza et Sattal, 2018**) sont comparatifs avec les résultats d'autres travaux, en effet ; **Antonisamy et al. (2012)** dans leur étude sur l'extrait d'*Aloe vera* ont observé une activité vis-à-vis certaines bactéries testées ; La zone maximale d'inhibition a été observée vis à vis *Escherichia coli* (13mm) et *Staphylococcus aureus* (10mm).

Kedarnath et al. (2013) dans leur étude sur *Aspergillus niger* ont noté un diamètre de l'ordre de (17mm) exercé par l'extrait d'*Aloe vera*.

Alamdar et Agaoglu (2009), ont étudié l'effet antibactérien obtenu à partir de feuilles pressées à froid d'*Aloe vera*. Ces résultats sont en accord avec les résultats de **Benzaza et Sattal, (2018)** du fait qu'ils ont conclu l'absence d'effet inhibiteur de jus d'*Aloe vera* vis à vis de *Staphylococcus aureus* et de *Pseudomonas aeruginosa*. Par contre **Bukharis et al. (2017)** ont noté une zone d'inhibition de l'ordre de 8 mm avec la souche *Staphylococcus aureus*.

Iboukhoulef et Lardjane (2017) ont testé L'activité antimicrobienne de l'extrait Polysaccharides Pectique issu d'*aloe vera* préparé à une concentration de 40 mg/ml. L'extrait a été évaluée vis-à-vis d'une bactérie Gram+ (*Staphylococcus aureus*) par l'utilisation de la méthode de diffusion sur gélose, qui permet de déduire le degré de sensibilité de la souche bactérienne vis-à-vis leurs l'échantillon . La souche *Staphylococcus aureus* a montré une sensibilité vis-à-vis de l'extrait PP (Polysaccharides Pectique) issu des feuilles d'*Aloe vera* accompagné d'un halo d'inhibition maximal de la croissance bactérienne des trois essais , le diamètre moyen des zones d'inhibition été de 19 mm, ce qui permet de dire que la souche *Staphylococcus aureus* est très sensible vis-à-vis les PP (Polysaccharides Pectique) issu d'*Aloe vera* .

La détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI)

La CMI pour une souche pathogène donnée, représente la plus faible concentration d'extrait d'*Aloe vera* brut qui inhibe toute croissance visible après 24h d'incubation.

La CMI permet de définir la sensibilité ou la résistance des souches bactériennes vis-à-vis d'un inhibiteur donné (**Kablan, 2008**).

Benzaza et Sattal. (2018) ont remarqué que la CMI la plus faible obtenu par extrait d'*Aloe vera* est égale à 0.47mg/ml vis-à-vis de la souche *Aspergillus niger*. une autre CMI qui est égale 0.62 mg/ml vis à vis la souche *Escherichia coli*. La CMI la plus élevée a été obtenue avec *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus* et qui est de l'ordre de 2.5 mg/ml.

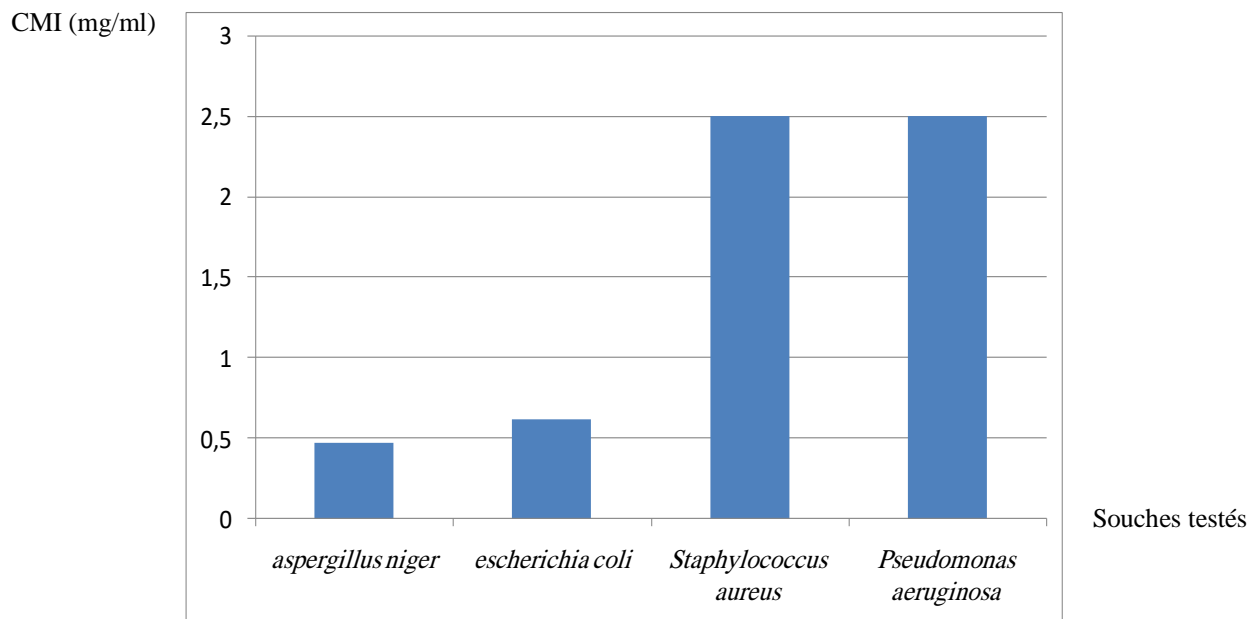


Figure 18 : Concentration minimale inhibitrice (CMI) de chaque souche testée
(Benzaza et Sattal, 2018)

CONCLUSION

Conclusion

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés biologiques très importantes dans divers domaines à savoir médical, pharmaceutique, cosmétique et d'agriculture.

L'*Aloe vera*, plante médicinale utilisée depuis des millénaires pour son suc et son gel, est composée de nombreux ingrédients actifs qui agissent seuls ou en synergie.

L'infection bactérienne est la principale cause de décès chez les brûlés, elle représente un véritable problème de santé publique dans le monde. Du fait de la gravité des infections chez ces patients, leur prévention est un paramètre essentiel de la prise en charge.

L'objectif de notre travail consiste à faire une étude sur le pouvoir antimicrobien de l'extrait à partir des feuilles d'*Aloe vera* sur des microorganismes isolés chez des patients avec des brûlures infectés tel que *Escherichia coli* ; *Staphylococcus aureus* ; *Pseudomonas aeruginosa* et *Klebsiella pneumoniae*.

L'extrait d'*Aloe vera* étudié représente un effet inhibiteur intéressant contre les souches indicatrices testées.

Parmi les 300 espèces d'Aloès répertoriées, seule l'*Aloe vera* est commercialisée à des fins cosmétiques ou pharmaceutiques. Il y aurait alors sûrement de nouvelles pistes de recherche à exploiter pour découvrir d'autres propriétés de cette grande famille et peut-être même la nouvelle plante magique.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

A

1. **Alemdar S & Agaoglu S (2009)**. Investigation of *in vitro* antimicrobial activity of *Aloe vera* juice. *J Anim.* 8 (1): 99-102.
2. **Annok P, Ruangviriyachai C, Mahachai R, Techawongstien S & Chanthai S (2012)**. Determination of total phenolics and anthocyanin contents in the pericarp of hot chilli pepper. *International Food Research Journal.* 19(1): 235-243 aspects, CRC Press.
3. **Antonisamy JM, Beulah N, Laju RS & Anupriya G (2012)**. Antibacterial and antifungal activity of *Aloe vera* gel extract. *International Journal of Biomedical and Advance Research.* (3): 184-7.
4. **Avril J. L., Dabarnet H., Denis F., Onteil H. (1992)**. Bacteriologie clinique. 2^{ème} édition .Ellipses, Paris. 9-31
5. **Avril, J. M., Dabernat, H., et Monteil, D. H. (2000)**. Bactériologie clinique. 3^{ème} Ed. EdEllipses. Paris. 602 P.

B

6. **Baerwolf S, Geffers C, Behnke M. (2002)**. Correlation between transmissions and the nosocomial infection rate in five different intensive care units in a German university hospital. *SHEA* 216
7. **Barefoot SF & Klaenhammer TR (1983)**. Determination and activity of lactacin B, bacteriocin Produced by *Lactobacillus acidophilus*. *Appl. Environ. Microbiol.* 45(6): 1808-1815.
8. **Baruah, A., M. Bordoloi, et al. (2016)**. "*Aloe vera*: A multipurpose industrial crop." *Industrial Crops and Products* **94**: 951-963.
9. **Ben Haj Khalifa.A et Khedher. M. 2010**. Epidémiologie des souches de *Klebsiella* spp.uropathogènes productrices de B-lactamases à spectre élargi dans un hopital universitaire Tunisien. *pathologie Biologie* 60(2012) e1-e5.
10. **Benzaza.W ,Sattal.2018**. Etude de l'effet inhibiteur de l' *Aloe Vera* vis-à-vis de certains pathogènes .UNIVERCITE ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANIME.Pp33-34-35-4.
11. **Bertin-Maghit, M., Magnin, C., Tissot, S., Braye, F., Petit, P. (2003)** Prise en charge d'un adulte gravement brûlé. In : Les Brûlures (Coordinateur : Goldstein P. (Lille).Enseignement Supérieur Médecine, SFMU,(société française de médecine d'urgence). Urgences, pp45-62.
12. **Bey F. (2009)**. Etude de l'interaction antagoniste entre *Lactobacillus* sp et quelques souches d'entérobactéries. Mémoire. Université d'Oran Es-Senia. 109 P.
13. **Bhattacharya, M., S. Malik, et al. (2011)**. "*Aloe vera barbedensis*: A review on its Ethanopharmacological value." *J. Pharm. Res* **4**: 4507-4510.

14. **Botelho-Nevers E., Gouriet F., Lepidi H., Couvret A., Amphoux B., Dessi P., Raoult D. 2007.** Chronic nasal infection caused by *Klebsiella rhinoscleromatis* or *Klebsiella ozaenae*: two forgotten infectious diseases. *International Journal of Infectious Diseases* (2007) 11, 423—429.
 15. **Boukadida J., Salem N., Hannachi N., Monastiri K., Snoussi N. 2002.** Exploration génotypique d'une bouffée épidémique nosocomiale néonatale à *Klebsiella pneumoniae* productrice de bêta-lactamase à spectre étendu. *Arch Pédiatr* 2002 ; 9 :463-8.
 16. **Bozzi A, Perrin C, Austin S & Vera FA (2007).** Quality and authenticity of commercial *Aloe vera* gel powders. *Food Chem.* 103(1): 22-30.
 17. **Brisse S., Duijkeren E V. 2004.** Identification and antimicrobial susceptibility of 100 *Klebsiella* animal clinical isolates. *Veterinary Microbiology* 105(2005) 307-312.
 18. **Broadasky TF, Lewis C & Ble TE - Doumandji A, Hellal A & Saidi N - Hwanhlem N, Buradaleng S, Wattanahant S, benjakul S, Tani A & Maneerat S (1976).** Bioautographic thin layer chromatographic analysis of antibiotics and their metabolites in the whole animal. I Clindamycin in the rat, *J Chromatogr.* (123): 33-44.
 19. **Bukhari S, Nawaz H, Tariq S & Muneer A (2017).** *In vitro* antimicrobial activity of Aloe Vera gel on selected urinary pathogens. *University of Health Sciences, Lahore-Pakistan. Biomedica.* 33 (1): 40-41.
- C**
20. **Carbonnelle. B; Densi. F; Marmonier. A; Vargue.R, 1987-** Bactériologie Médicale techniques usuelles édition SIMEP, page : 133-180.
 21. **Carlet J., Rambaud C., Pulcini C. 2012.** Alliance contre les bactéries multirésistantes : sauvons les antibiotiques ! Alliance against MDRO: Safeguarding antibiotics. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation* 31(2012) 704-708.
 22. **Carpentier M., Appere V., Saliou P., de Tinteniach A., Floch H., Le Gall F., M. Cosse M., El Bouyousfi M., Baron R., Boles J-M., Jourdain S., B. Lejeune., B. Nancy., G. Prat., D. Tande., M. Virmaux., J.-P. Wagnier., R. Garlantézec.(2012).** Outbreak of extended spectrum beta-lactamase-producing *Klebsiella pneumoniae* in an intensive care unit (Brest). *Médecine et maladies infectieuses* 42 (2012) 501–509.
 23. **Chafiki, N., Fassi Fihri, J., Boukind, E.H. (2007)** les séquelles de brûlures: épidémiologie et traitements. *Annals of Burns and Fire Disasters –* 20,(3) : 129-136.
 24. **Christaki, E. V. and P. C. Florou-Paneri (2010).** "Aloe vera: A plant for many uses." *J Food Agric Environ* 8(2): 245-249.
 25. **Church, D., Elsayed, S., Reid, O., Winston, B., Lindsay, R. (2006)** Burn Wound Infections. *Clin Microbiol Rev.*19(2) : 403–434.

26. **Claeysen, R. (2009)** Zinc et brûlure : Etude du statut en zinc et de l'influence de la supplémentation sur un modèle animal de brûlure sévère. Approche métabolique et moléculaire. Thèse de diplôme de doctorat école doctorale en ingénierie pour la sante, lacognition et l'environnement. Université de Grenoble – Joseph Fourier, France. 292p.
27. **Clinical and Laboratory Standards Institute, M100-S18 (2008)**. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. *Seventeenth Informational Supplement Clinical Laboratory Standards Institute, Wayne, PA.*
28. **Cook, R., Bruckart, W., Coulson, J., Goettel, M., Lumsden, R., Maddox, J., McManus, M., Moore, L., Meyer, S., Quimby, P., Stack, J et Vaughn, J. (1996)**. Sécurité des micro-organismes destinés à la lutte antiparasitaire et de lutte contre les maladies des plantes: un cadre pour l'évaluation scientifique. *Biol. Contrôle*. 14-24p.
29. **Curto, E. M.; Labelle, A.; Chandler, H. L.** Aloe vera: An in vitro study of effects on corneal wound closure and collagenase activity. *Vet. Ophthalmol.* **2014**, *17*, 403–410.

D

30. **Delarras C.(2007)**. Microbiologie pratique pour le laboratoire. Paris : Editions TEC & DOC,476 p
31. **Denis F., Ploy M-C ., Martin C ., Bingen E et Quentin R. (2007)** .Bactériologie médicale : techniques usuelles. ED Masson, 333
32. **Denis F ., Ploy M-C ., Martin C et Cattoir V . (2016)**. Bactériologie médicale : techniques usuelle. 3 éme édition. Elsevier Masson. 600
33. **Djebbar .K ,Grerifa.Z ,Tahir.A.2019**.Diagnostic bactériologique des infection cher les brulés.UNIVERCITE SAAD DAHLEB BLIDA 1.Pp38-42-45
34. **Djenane, F. (2010)**. Les brûlures. Formation médicale continue. Service des Brûlés,C.H.U. Benbadis, Constantine. 8 p. Disponible sur : <http://www.sante.dz/qualitelab/SITE/Lab.Actual/FRO4.PDF> [Cosulté le 14/09/2010]
35. **Doumandji A, Hellal A & Saidi N (2010)**. Purification de la bactériocine a partir de *lactobacillusacidophilus*11. *Microbiol. Ind . (4) : 25- 47.*

E

36. **Echinard, C. (2010)** Brûlures graves : constitution de la lésion. In : les brûlures, Echinard C., Latarjet J.(ed). Elsevier Masson, pp 21 – 28.
37. **El Fertas-Aissani R., Messai Y., Alouache S., Bakour R.(2012)**.Virulence profiles and antibiotic susceptibility patterns of Klebsiella pneumoniae strains isolated from different clinical specimens. PATBIO-3048; No. of Pages 8.

38. **Essayagh.T..2013.**Epidémiologie de l'infection chez les brulés de l'hôpital MILITAIRE D INTRUCTION MOHAMED V DE RABAT MAROC .UNIVERCITE MOHAMED V SOUISSI.Pp68-69
39. **Ezzoubi, M., Benbrahim, A., Elmounjid, S., Fassi Fihri, J., Bahechar, N., Boukind, E.H.(2004)** Conduite pratique de l'antibiothérapie chez les brûlés. *Annals of Burns and Fire Disasters*. 17,(1) :25-33.

F

40. **Fauchère. JL; avril. JL., (2002)** - Bactériologie générale et médicale. Ellipses éditent, Paris, pp365
41. **faure S. (2009).**transfère d'un gène de résistance aux B-lactamines blaCTX-M-9 entre salmonella et les entérobactéries de la flore intestinale humain. Thèse de doctorat. Université de renne 1 faculté de science de la vie et de l'environnement.184 P.
42. **Fayolle, P. (1992)** Plaies par brûlures : particularités physiopathologiques et thérapeutiques. *Le point vétérinaire*, vol.24, numéro spécial « chirurgie plastique et reconstructrice.79-86.
43. **Franzetti L and Scarpellini M (2007).** Characterisation of *Pseudomonas spp.* isolated from foods. *Annals of Microbiology*. 57(1): 39-47.*Immunol*, 322: 249- 289Interface*, *Microbes and Microbial Technology*, Springer, New York, pp. 59-85.

G

44. **George M Garrity., Julia A Bell et Timothy G Lilburn. 2004.** Taxonomic Outline of the Procaryotes. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, Second Edition.DOI: 10.1007/bergeysoutline 200405.
45. **Grindlay, D. and T. Reynolds (1986).** "The *Aloe vera* phenomenon: a review of the properties and modern uses of the leaf parenchyma gel « *Journal of ethnopharmacology* 16(2-3) :117-151
46. **Gueye O.2007.** Utilisation des méthodes biométrique dans l'identification de quelques bacilles à Gram négatif .P 22,24-28
47. **Gum Halima, SadiaChoudhuryShimmi, Mahfuza Mazed Rowshan & Sayeda Khanom (2016).** Effect of Ethanolic extract of *Aloe vera* gel on certain common clinical pathogens, Borneo. *Journal of Medical Sciences*. 10 (2): 19-25.

H

48. **Haller Jr,J.S .(1990)** « A drug for all seasons. Medical and pharmacological history of *Aloe.*»*Bulletin of the New York Academy of Medicine* 66(6)
49. **Hamman, J. H. (2008).** "Composition and applications of *Aloe vera* leaf gel." *Industrial Crops and Products* **94**: 951-963.

50. **Haouzi R. (2013).** Etude biologique des effets des microondes sur *Escherichia coli*. Mémoire. Université des sciences et de la technologie d'Oron Mohamed Boudiaf. 60 P.

51. **Hwanhlem N, Buradaleng S, Wattanahant S, benjakul S, Tani A & Maneerat S (2011).** Isolation and screening of lactic acid bacteria from thai traditional fermented fish (plasom) and production of plasm from selested strains. *Food Control* (22) : 401-407.

J

52. **Jaff L, Wayne L.** Collaboré avec les bactéries et autre micro-organisme ; ouvrage réalisé par le studio graphique des éditions du rouergue Achévé d'imprimer en mars 2008 sur les presses de Tipostampa. AS 5778, chapitre 3, p 44.

53. **Jault, P., Bargues, L., Leclerc, T., Le Bever, H., (2010) Prise en charge des brûlures graves.** In Réanimation et urgences. Springer-Verlag, Paris. pp 291-303.4

54. **Jayakumar, K. (2015)** Ethno Medicinal Value of Plants in Thanjavur District, Tamil Nadu, India. *International Letters of Natural Sciences.* 29,(2):33-42.

55. **Jia, Y.; Zhao, G.; Jia, J.** Preliminary evaluation: The effects of *Aloe ferox* Miller and *Aloe arborescens* Miller on wound healing. *J. Ethnopharmacol.* 2008, 120, 181–189.

56. **Joly B et Reynaud A. 2002.** Entérobactéries. Systématique et méthodes de diagnostic. P : 79-80-83.

K

57. **Kablan BJ, AdikoM & Abrogoua DP (2008).** Evaluation *in vitro* de l'activité antimicrobienne de *Kalanchosecrenata* et de *Manoteslongiflora* utilisées dans les ophtalmies en Cote d'Ivoire. *Phytothérapie.* 6: 282-288.

58. **Kamal, T.** Aloe vera gel Facilitates Reepithelialization of the Cornea in Normal and Diabetic Rat. 2015, 2019–2026. *Molecules* 13(8): 1599-1616.

59. **Kedarnath, Kamble Kaveri M, Chimkod Vishwanath B, Patil C S.** Antimicrobial Activity of Aloe Vera Leaf Extract. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology.* 2013 Oct-Dec; 4(4): 286-290.

60. **Kolanek, B. (2011)** Prise en charge pré hospitalière de l'enfant gravement brûlé dans l'inter région Est : enjeux, état des lieux, avenir. Thèse pour obtenir le grade de Docteur en médecine, troisième cycle d'Anesthésie-réanimation. Faculté de médecine de Nancy, Université Henri Poincare, France. 87p.

61. **Krieg, N.R., Holt, J.G., (1984).** Bergey's Manuel of Bergey's Manuel of systematic Bacteriology, Vol. I, 9th Edition. The Williams & Wilkins Co., Baltimore .

L

62. **lateral G, Vierling E. 2007-** Physiologie du monde bactérien (37-66).In Microbiologie et Toxicologie des aliments: Hygiène et Sécurité Alimentaire. Sciences des Aliments. Ed. Rueil-Malmaison Doin ; Bordeaux CRDP d'Aquitaine ; 290p .

M

63. **Macherla, C., Sanchez, D.A., Ahmadi, M.S., Vellozzi E. M., Friedman, A. J., Nosanchuk, J. D. Martinez, L. (2012)** Nitric Oxide Releasing Nanoparticles for Treatment of Candida Albicans Burn Infections. *Front Microbiol.* 193, (3):1-9.

64. **Marty, N. (2000) Mode d'action des principaux antibiotiques utilisés chez le brûlé.** Brûlures, Revue Française de Brûlologie, Ed. Carr. Méd. 1, (3):136-140.

65. **Mayer A, Deiana J, Bernard A, 2004.** Cours de Microbiologie Générale avec problèmes et exercices corrigés. 2^eème Péd Doin : pp77, 86, 255.

66. **Mehta Indu (2017).** History of *Aloe Vera*, Department of History Kumaun University, Nainital, Uttarakhand (India). *Journal of humanities and social science (IOSR-JHSS)*. 22 (8): 21-24.

67. **Mena, K.D., and Gerba, C.P., (2009).** Risk Assessment o *Pseudomonas aeruginosa* in Water, *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 201, 71-115.

68. **Minor L and Véron M. (1989).** Bactériologie médicale, 2^eème édition , Flammarion Médecine-Sciences, Paris.2:428-432

69. **Miyada, C.G., Lory, S., (2003).** Conservation of genome content and virulence determinants among clinical and environmental isolates of *Pseudomonas aeruginosa*, *PNAS*, 100 (14) 8484–8489.

70. **Morin Emmanuel(2008).** *Aloe vera* (L.)Burm.F. : Aspects pharmacologiques et cliniques. Thèse de doctorat, *Univ Nantes Faculté de pharmacie*. p: 49

N

71. **Nauciel C., Vildé J.L. (2007).** Bactériologie médicale. Elsevier Masson SAS .P 122-123.

72. **Nauciel et validé, 2005 -** bactériologie médicale, 2^eème édition, p52.

73. **Nedjai S., Barguigua A., Djahmi N., Jamali L., Zerouali K., Dekhil M., Timinouni M. (2011).** Prevalence and characterization of extended spectrum -lactamases in *Klebsiella-Enterobacter-Serratia* group bacteria, in Algeria. *Médecine et maladies infectieuses* 42 (2012) 20–29.

74. **Ni Y, Turner D, Yates KM, Tizard (2004).** Isolation and characterization of structural components of *Aloe vera* L. leaf pulp. *Int. Immunopharmacol.* 14 (4):1745-1755.

P

75. **Perrot E et Paris R (1997)**. Les plantes médicinales. Tome 1, *Ed. Presses universitaires de France*. P : 9.
76. **Pillet C, Bourdon JL, Toma B, Marchal N, Balbastre C, (1983)**. Bactériologie médicale et vétérinaire. 2^{ème} Ed. France. P40-46.

R

77. **Raffoul Wassim, Mette M. Berger. (2006)**. Les brûlures: de l'ébouillement à l'électrisation – définitions et traitement. *Forum Med Suisse* 2006;**6**:243–250.
78. **Ramachandra CT & Rao PS (2008)**. Processing of *Aloe Vera* leaf gel: A Review. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*. 3 (2): 502-510
79. **Ravi S, Kabilar P, Velmurugan S, Kumar RA, Gayathiri M (2011)**. Spectroscopy studies on the status of aloin in *Aloe vera* and commercial samples. *Journal of Experimental Sciences*. 2(8) : 10-13.
80. **Reynolds, T.; Dweck, A. C.** Aloe vera leaf gel: A review update. *J. Ethnopharmacol.* **1999**, 68, 3–37.
81. **Rochet, J.M., Wassermann, D., Carsin, H., Desmoulière, A., Aboiron, H., Birraux, D., Chiron, C., Delaroa, C., Legall, M., Legall, F., Scharinger, É., Schmutz, S., (1998)** Rééducation et réadaptation de l'adulte brûlé. *Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation*, 26-280-C-10, 1998, 27 p.

S

82. **Sampath Kumar KP, Bhowmik Debjit, Chiranjib, Biswajit (2010)**. *Aloe vera*: A potential herb and its medicinal importance. *Journal of Chemical and Pharmaceutical*. 2(1): 21-29.
83. **Schmelzer GH et Gurib Fakim A (2008)**. Ressources végétales de l'Afrique Tropicale 11(1), *Plantes médicinales 1, Fondation PROTA*. p. 94-95.
84. **Silby, M.W., Winstanley, C., Godfrey, S.A.C., Levy, S.B., Jackson, R.W., (2011)**. *Pseudomonas* genomes: diverse and adaptable, *FEMS Microbiol Rev.*, 35, 652–680.
85. **Singleton P. 1999**. Bactériologie 2^{ème} cycle. 4^{ème} édition. Paris: Dunod, 415 p
86. **Soumaila G.A. (2012)**. Caractérisation phénotypique et génétique des *Escirichia coli* isolés des cas de colibacillooses aviaires au Sénégal. Thèse de doctorat. Université cheikh antadiop de Dakar. P79.
87. **Struck, M.F., Gille J. (2013)** Fungal infections in burns: a comprehensive review. *Ann Burns Fire Disasters*. 26,(3) :147–153.

88. Surjushe Amar, VasaniResham&Saple DG (2008). *Aloe vera*: a short review. *Indian Journal of Dermatology*, 53(4): 163-166,doi: 10.4103/0019-5154.44785.

V

89. Vallée M. (2015). Résistance aux β -lactamines à large spectre chez les bactéries à Gram négatif. Mémoire. Université Laval. 113 P.

90. VAN HELDEN C. et Iglewski B. Cell-to-cell signaling and *Pseudomonas-aeruginosa* infections. *Emerging Infectious Disease* Vol.4, No.4, Octobre-Décembre 1998,pp. 550-560.

91. Verrienti, R., Mavilio, D., De Sanctis, R., Savoia, A.(1996) Protocole de maîtrise des infections chez les grands brûlés. *Annals of Burns and Fire Disasters*. 9,(3) :139-141.

W

92. Waller GR,Mangiafico S & Ritchey CR (1978). Chemical Investigation of *Aloe Barbadensis* Miller.*Proc. Okla. Acad. Sci.* 58: 69-76.

93. Wassermann D. [Criteria for burn severity. Epidemiology. Prevention, organization of management]. *Pathol Biol (Paris)* 2002 ; 50 (2) : 65-73.

Site web:

1. <https://www.antibio-responsable.fr/bacteries/staphylocoque-dore>
2. <https://www.focusedcollection.com/330410756/stock-photo-antibiotic-resistant-pseudomonas-aeruginosa-bacteria.html>
3. <https://www.msmanuals.com/fr/accueil/l%C3%A9sions-intoxications/br%C3%BBlures/br%C3%BBlures>
4. <https://www.msmanuals.com/fr/accueil/l%C3%A9sions-et-intoxications/br%C3%BBlures/br%C3%BBlures>consulte 18 /02/2020 a 14:11
5. https://www.researchgate.net/figure/Gram-stain-of-a-urine-specimen-with-Klebsiella-pneumonia-The-Gram-stain-of-a-positive_fig5_319130439