
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Centre Universitaire Belhadj Bouchaib d'Ain-Témouchent



Institut des sciences

Département des sciences de la nature et de la vie

Laboratoires de microbiologie de l'institut des sciences du centre universitaire « Belhadj
Bouchaib » à Ain Témouchent

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master en biologie

Option : Microbiologie appliqué

Présentée par :

Melle BENAMAR Sarra

Melle BENHALLAL Ikram

L'effet des produits d'entretien et des biomatériaux constitutifs des lentilles de contact sur la colonisation bactérienne

Encadrant : Mme M'hamedi Imane

Maitre de conférence « B » à C.U.B.B.A.T

Soutenu en 2019

Devant le jury composé de :

Président : Mr Bellahcen M	« Professeur »	C.U.B.B.A.T
Examinatrice : Mme Lachachi M	« MCB »	C.U.B.B.A.T
Encadrant : Mme M'hamedi I	« MCB »	C.U.B.B.A.T

Remerciement

Nous remercions Dieu le tout puissant qui nous a donné la force, la patience ainsi que le courage afin de parvenir à achever ce modeste travail.

*Nous remercions vivement notre encadrant **Mme M'hamedi Imane**, pour son enseignement, sa gentillesse, ses conseils, son encouragement et sa grande disponibilité malgré leur nombreuses occupations. Tout au long de ce mémoire, ses conseils pertinents avec écoute, amabilité et patience ont permis à notre travail d'aboutir et de voir le jour.*

*Nous tenons à remercier **Monsieur Bellahcen. M** Professeur au département de biologie, centre universitaire Belhadj Bouchaib d'Ain-Témouchent pour avoir accepté de présider le jury.*

*Nous adressons également un immense merci à **madame Lachachi. M** maitre de conférences classe B au centre universitaire Belhadj Bouchaib d'Ain-Témouchent pour avoir accepté d'examiner ce modeste travail.*

Nous tenons aussi à remercier toute les personnes du laboratoire.

Nos remerciements s'étendent également à tous nos enseignants durant les années des études.

Dédicace

Sarra

Je dédie ce modeste travail :

A mon cher papa, aucun mot ne saurait exprimer la profonde gratitude et l'immense amour que j'ai pour toi, tu as pour moi le meilleurs des pères, tu restes un modèle et un repère essentiel de mon existence. J'espère que j'ai gagné ta confiance, ta satisfaction, et ta fierté.

Ta prière m'a été d'un grand secours pour mener à bien mes études.

A ma chère maman, aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

A mes sœurs Hadjer, Abir je ne trouve pas les mots pour vous remercier de l'amour que vous m'avez témoigné au cours des années, des paroles d'encouragement et du soutien extraordinaire.

A toute ma famille, tantes, oncles, cousin et cousines pour leur encouragement.

A mes amis, Imene, Rawnak, Amina, Ikram, Rima, pour tous les souvenirs.

Dédicace

Ikram

Je dédie ce modeste travail à :

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ma cher maman. Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Ce travail n'est qu'un humble témoignage de mon grand et éternel amour. Que dieu tous puissant préserve ta santé et t'accorde longue vie.

A Mon très cher Père. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours pour vous. Tes conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite.

Ta patience sans fin, ta compréhension et ton encouragement sont pour moi le soutien indispensable que tu as toujours su m'apporter. Ma réussite est la tienne. Qu'Allah t'accorde longue vie dans la santé.

À la personne la plus précieuse de ma vie .ma sœur Safaa que j'aime énormément. Merci d'être toujours à mes côtés Que dieu te garde pour moi.

A mon binôme et mon amie sarra qui m'a beaucoup encouragé et soutenu au moment que j'allais baisser les bras.

A mes amies Iméne, Amina, Rabia Iméne, Malika pour tous les bons moments ainsi que les moments de désespoir que nous avons partagé.

A tous les membres de ma promotion

A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.

A tous ceux qui me sens chers et que j'ai omis de citer.

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction	1
Première partie : Synthèse bibliographique	2
1-les lentilles de contact	2
1.1. Historique.....	2
1.2. Définition	2
1.3. Caractéristique d'une lentille	3
1.4. Les différents types des lentilles de contact.....	4
1.4.1. Lentilles souples.....	4
1.4.1.1. Lentille thérapeutique	4
1.4.1.2. Lentille souple prothétique	5
1.4.2. Lentilles rigides	5
2. Les contraintes causées par le port des lentilles de contact.....	6
2.1. Les complications non infectieux	6
2.1.1. L'allergie aux produits d'entretien.....	6
2.1.2. L'hypoxie aigüe.....	7
2.1.3. La conjonctivite giganto-papillaire (CGP).....	7
2.1.4. Infiltrats cornéen	7
2.2. Les complications infectieuses (les kératites infectieuses).....	8
3. L'entretien des lentilles de contact	9
3.1. Les Solutions d'entretien	9
3.2. Procédure d'entretien des lentilles de contact.....	10
3.3. Les conseils d'entretien.....	13
Deuxième partie : Matériel et méthodes	14
1. Lieu d'étude.....	14
2. Prélèvement	14
3. Ensemencement des prélèvements	14
4. L'identification bactérienne.....	14
5. Conservation des souches.....	15
6. Détection de la formation de biofilm par coloration au cristal violet (CV)	15
7. Adhésion bactérienne in vitro sur lentilles de contact.....	16

8. L'effet des produits d'entretien sur l'adhésion bactérienne	17
9. Analyses statistiques.....	18
Troisième Partie : Résultats et discussion.....	19
1. Prélèvement et identification	19
2. Etude de la formation de biofilm par coloration au CV	22
3. Adhésion bactérienne in vitro sur lentilles de contact.....	14
4. L'effet des produits d'entretien sur l'adhésion bactérienne	26
Conclusion.....	30
Références bibliographiques.....	31
Annexes	

Liste des abréviations

A baumannii : *Acinetobacter baumannii*.

AB : *Acinetobacter baumannii*

A. hydrophila: *Aeromonas hydrophila*.

B. cepacia: *Burkholderia cepacia*.

CGP: conjonctivite giganto-papillaire.

DO: Densité Optique.

E. coli: *Escherichia coli*.

EDTA: Éthylènediaminetétraacétique.

H: Hydrogel.

HEMA: Hydroxyethyl Méthacrylate.

LR: lentille rigide.

PF : *Pseudomonas fluorescens*.

P. fluorescens: *Pseudomonas fluorescens*.

P. aeruginosa *Pseudomonas aeruginosa*.

PHEMA: Polyhydroxyethylmethacrylate.

PMMA: Polyméthacrylate de méthyle.

PVP: Poly vinyl pyrrolidone.

S. aureus *Staphylococcus aureus*.

S. epidermidis : *Staphylococcus epidermidis*.

S. marcescens : *Serratia marcescens*.

S. rubidaea : *Serratia rubidaea*.

SH: silicone hydrogel.

SH.R.M : Silicone Hydrogel. ReNu MultiPlus®.

SH.A.Soft : Silicone Hydrogel. Aquat. Soft®.

H. R.M : Hydrogel. ReNu MultiPlus®.

H.A.Soft: Hydrogel. Aquat. Soft®.

TCP : Méthode de Plaque de Culture de Tissus.

UFC : Unité(s) Formant Colonie(s).

Liste des figures

Figure 1: les kératites infectieuses (Boulanger et George, 2015).	9
Figure 2: Appareil d'ultrason model OPTIC ivymen® SYSTEM CY-500.	16
Figure 3: Lentilles de contact utilisées	17
Figure 4: Les produits d'entretien testé des lentilles de contact.	18
Figure 5: Observation microscopique des souches après coloration de Gram (Grossissement × 100).	19
Figure 6: Résultat d'identification sur la galerie API20E.	20
Figure 7: Distribution des bactéries isolées de lentilles de contact.	22
Figure 8: Quantification de la formation de biofilm par la méthode TCP.....	23
Figure 09: L'effet de ReNu multiPlus® et AQUA Soft ® sur les deux biomatériaux (CFU/mL).	25
Figure 10: L'effet de ReNu multiPlus® et AQUA Soft ® sur les deux biomatériaux (CFU/mL).	28

Liste des tableaux

Tableau 1: Principales familles de lentilles de contact souples (Laboratoire Chauvin Bausch & Lomb.2006).....	3
Tableau 2: Comparatif des différents types de lentilles souples.....	5
Tableau 3: Exemples de produits d'entretien commercialisé pour les lentilles de contact	12
Tableau 4: Résultats de la formation du biofilm par la technique TCP.....	24

La vue est un élément essentiel dans la vie de l'être humain puisqu'elle lui permet de percevoir en permanence le monde extérieur et de s'y mouvoir. De part ces avantages l'œil, est considéré comme un instrument d'une grande précision ayant pour principale fonction l'enregistrement des sensations lumineuses et leur transmission au cerveau afin de les interpréter en images et en couleurs. Cependant, cet organe reste complexe, fragile et susceptible à des affections plus ou moins graves (Saven, 2003).

Des études épidémiologiques réalisées depuis 1950, exhibent une augmentation des kératites d'origine microbienne entre 1950 (2,5 pour 100 000 habitants) et 1998 (11 pour 100 000 habitants), montrant d'autant plus que la recrudescence des infections de la cornée sont en grande partie due au port des lentilles de contact (Bialasiewicz, 1996). En effet, bien que les lentilles de contact soit un dispositif médical qui, correctement utilisé offre une alternative efficace et sûre aux verres correcteurs, elles restent un corps étranger qui une fois introduit dans l'œil peut entraîner des complications sérieuses [(Bialasiewicz, 1996) ; (Foucaud, 2012)].

Le port des lentilles constitue le principal facteur de risque des kératites microbiennes sévères, puisque lors de la manipulation par les doigts, la lentille peut apporter de nombreux germes au niveau de la cornée notamment des bactéries du genre *Pseudomonas* et des amibes [(coquerel, 2013) ; (Bialasiewicz, 1996)]. De ce fait, afin de maintenir le confort et les qualités visuelles de ce dispositif par rapport aux lunettes (coquerel, 2013), le risque infectieux doit être limité en respectant les bonnes pratiques d'hygiène, qui stipule un nettoyage et une décontamination quotidienne, exception faite des dispositifs journaliers jetés après chaque utilisation, afin d'éliminer les dépôts qui favorisent un risque infectieux par la prolifération des germes (Berthélémy, 2015).

L'entretien des lentilles de contact est essentiel non seulement parce qu'il évite les risques d'infection mais aussi parce qu'il conditionne la tolérance et le confort pendant le port, toute en évitant le vieillissement prématuré des lentilles. Le but de cet entretien est double ; d'une part nettoyer la lentille pour éliminer les dépôts (poussières, maquillage, graisse) et d'autre part de la décontaminer pour détruire tous les germes présents (bactéries, virus, champignons). Selon le type de lentilles, plusieurs solutions d'entretien sont mises sur le marché, mais aujourd'hui le recours aux solutions multifonctions est le plus répandu (Coquerel, 2013).

Dans ce contexte, l'objectif de ce travail est :

- Déterminer les germes qui sont en cause de la contamination de lentille de contact.
- Etude de l'adhésion sur des biomatériaux constitutifs des lentilles de contact.
- Evaluation de l'effet des produits d'entretien sur l'adhésion.

1-les lentilles de contact

1.1. Historique

La lentille de contact fut inventée en 1888 par le zurichois Eugen Fick, docteur en ophtalmologie. Il mit à profit les propriétés optiques et mécaniques de grandes coques de verre qu'il dénomma «lunettes de contact» pour compenser efficacement la faiblesse de sa vision. Depuis, ces coques ont franchi de nombreuses étapes de développement pour atteindre des propriétés et un potentiel d'application tout à fait remarquables (Bärtschi, 2009).

C'est en 1949 que les premiers verres cornéens en polyméthacrylate de méthyle (PMMA) voient le jour, ils permettaient jusqu'à 16h de port par jour et furent largement diffusés pendant les années 60. Cependant, celle-ci ne laissait pas passer l'oxygène créant ainsi des complications cornéennes. Durant les années 80 et 90, de nombreuses recherches ont permis d'améliorer la perméabilité à l'oxygène (DK) jusqu'à nos lentilles rigides perméables au gaz d'aujourd'hui, notamment avec des matériaux à haut Dk et/ou à base de silicone-hydrogel qui permettent aux lentilles rigides d'être beaucoup plus confortables (Joseph, 2006).

En effet, en 1999, la première lentille en silicone-hydrogel comme le Balafilcon A, fait son apparition, offrant une meilleure perméabilité à l'oxygène et permettant ainsi d'augmenter le confort et le temps de port, mais elle entraîne toujours une mauvaise mouillabilité. Par ajout de molécules et afin de remédier à ce problème, les lentilles en silicone-hydrogel de deuxième génération en Galyfilcon A voient le jour pour enfin laisser place en 2006 aux lentilles en silicone hydrogel de 3ème génération composée de Comfilcon A (Collonge, 2010).

1.2. Définition

La lentille de contact est clairement définie comme tout type de prothèse amovible à visée optique ou thérapeutique, qui une fois déposée sur la cornée, flotte constamment sur la couche de larmes afin de corriger le trouble de la réfraction à un niveau plus proche de son origine que les lunettes, offrant de ce fait, un meilleur résultat optique (Lorie et Camille, 2011). En effet, d'un point de vue visuel, les lentilles de contact modifient moins la taille des images et créent une déformation périphérique moindre, alors que d'un point de vue esthétiques, celle-ci sont mieux que les verres traditionnels et permettent également plus d'aisance pour pratiquer du sport par exemple (Saven, 2003).

1.3. Caractéristique d'une lentille

La lentille de contact doit répondre à certaines caractéristiques pour être confortable pour le patient, parmi ces caractéristiques on distingue :

La mouillabilité qui constitue l'adhésion d'un liquide (film lacrymal) à un solide (lentille de contact). C'est une propriété de surface essentielle des lentilles de contact car elle permet de maintenir un film lacrymal stable et épais sur toute la surface de la lentille entre chaque clignement afin d'offrir une meilleure vision, un bon confort et une réponse physiologique satisfaisante [(Ghormley, 1991) ; (Maissa, 2012)]. Une bonne mouillabilité est associée à l'ionocité de la lentille c'est-à-dire la proportion en ions présente dans les matériaux ioniques, cette dernière présente un meilleur confort mais favorise les dépôts protéiques avec un risque d'encrassement de la lentille (Saven, 2003), le déclenchement de phénomènes allergiques et donc une intolérance des lentilles (Caquet, 2004).

Enfin, la perméabilité à l'oxygène qui constitue une propriété intrinsèque du matériau indiquant sa capacité à laisser passer l'oxygène. Elle s'exprime par le DK. D : coefficient de diffusion ; k : coefficient de solubilité de l'O₂ dans un matériau donné [(Carney, 1982) ; (Rapport de la SFO, 2009) ; (Malet, 2009)] (Tableau 1).

Tableau 1: Principales familles de lentilles de contact souples (Laboratoire Chauvin Bausch & Lomb.2006).

	Pourcentage	Polymère utilisé	Transmissibilité de l'oxygène	Composants hydrophile ajouté
Les hydrogels	Représentent 80% des lentilles souples	PHEMA	Assuré par l'eau	L'hydroxyle L'amide Le lactame Le carboxyle
Les silicones hydrogels	Représentent 20% des lentilles souples	silicone	Assuré par le silicone	Aucun

1.4. Les différents types des lentilles de contact**1.4.1. Lentilles souples**

Apparu en 1963, leur développement est fulgurant depuis les années 70, elles représentent actuellement plus de 80% du marché (Syffoc et Sofres ,2002).

Les lentilles souples comme leur nom l'indique, sont fines, larges et couvrent suffisamment la surface de l'œil et sont ainsi très confortables, adaptables et facile à utiliser pour la plupart des gens. Elles peuvent être journalières, hebdomadaire, bi (mensuelles) et annuelles (Tableau 2) [(Le Henanf, 2014) ;(Durand, 2004)].

Leur diamètre est compris entre 12,5 et 15 mm (elles dépassent le bord de la cornée), il est plus grand que celui des lentilles rigides et par conséquence, la lentille fait moins de mouvement de va et viens lors du clignement des paupières. Elles sont caractérisées par une proportion d'eau comprise entre 36% et 85% [(Berthélémy, 2015) ; (Earith, 1996)].

En effet, les lentilles souples sont souvent indiquée lors : d'une intolérance aux lentilles rigides, d'une myopie ou hypermétropie forte, dans les milieux poussiéreux. Néanmoins elles peuvent être contre indiquée pour : les maladies auto immune et le diabète, car ces pathologies présentent un terrain fragile et plus propice aux infections (Fontegne et al, 2000).De même, ces lentilles présentent encore des inconvénients dont la durée de vie qui est moindre que les lentilles rigides perméables au gaz, et leur coût est plus élevée (Kovarski, 2011).

1.4.1.1. Lentille thérapeutique

Les lentilles thérapeutiques sont comme leur nom l'indique, des lentilles réservées au traitement de pathologies médicales (Harchali, 2013). Ce type de lentille est en silicone hydrogel afin d'obtenir une forte perméabilité à l'oxygène. Elles sont en port continu et d'usage unique (Laboratoire Chauvin Bausch & Lomb, 2006) et sont utilisées dans divers traitement, y compris la kératopathie bulleuse, la sécheresse oculaire, les kératites, la kérato-conjonctivite neurotrophique, l'ulcère de Mooren, les ulcères, l'érosion, les œdèmes, l'ectasis et la dystrophie antérieure de la cornée (Mahmoudi, 2017). De plus, elles permettent l'administration local de médicament et de donner un aspect normal a un œil non fonctionnel (Lang, 2002).

1.4.1.2. Lentille souple prothétique

Elle est utilisée dans un but principalement esthétique et n'apporte pas forcément de correction oculaire puisque leur seul rôle est la modification de la couleur des yeux [(Lang, 2002) ; (Malet et Peyre, 2002)]. Ces lentilles colorées demandent un entretien semblable à celui des lentilles correctrices, cependant, un produit tout-en-un est privilégié puisque les produits oxydants altèrent leur couleurs (Foucaud, 2012).

Aujourd'hui, Il existe différents types de lentilles souples :

Tableau 2: Comparatif des différents types de lentilles souples
(Tracanelli, 2007).

	Lentilles traditionnelles	Lentilles à renouvellement fréquent	Lentilles jetables à port continue	Lentilles journalières
Matériaux	Hydrogel	Hydrogel ou silicone hydrogel	Silicone hydrogel	Hydrogel
Port	Journalier retiré tous les soirs	Journalier	Permanant (pendant 8 jours puis pause)	Jetées dès qu'elles sont ôtées de l'œil
Entretien	Quotidien	Quotidien	En cas de retrait	Aucun
Durée de vie	18 mois	2 semaines à 1 mois	8 à 15 jours	1 jour

1.4.2. Lentilles rigides

On les appelait autrefois « lentilles dures », « semi-rigides » ou « semi-flexibles » (Barthélemy, 2016). Ces lentilles cornéennes ont un diamètre de 6,5 à 10 mm et recouvrent une partie de la cornée, flottant ainsi sur le film lacrymal, ce qui rend leur port inconfortable, nécessitant donc au début, un temps d'adaptation de quelques jours [(Foucaud, 2012) ; (Kovarski, 2011)].

L'utilisation de ces lentilles rigides assure cependant une vision de meilleure qualité (Barthélemy, 2015) et sont indiquées dans le cas d'une intolérance aux produit d'entretien (irritation ; allergie) ou lorsqu'on craint un manque d'hygiène, ou bien on est face à une insuffisance lacrymale (Fontegne et *al.*, 2000), mais elles restent souvent contre indiqués pour les infections palpébrales, conjonctivales et cutanées (Bonnet, 1996).

Il existe deux catégories de lentilles rigides (LR) : les premières étant les lentilles rigides en polyméthylmétacrylate (PMMA), qui représentent les premières lentilles utilisées de manière industrielle, mais qui ont été abandonnées puisqu'elles entraînaient l'apparition d'un œdème cornéen, du fait de son imperméabilité à l'oxygène et du fait des progrès des matériaux et des géométries des lentilles [(Benjamin, 2008) ; (Saven, 2003)]. Ces lentilles en (PMMA) ont laissé place aux lentilles rigides perméables au gaz qui sont plus flexibles (Kovarski, 2011), fabriqués à base de matériaux destinée à l'amélioration de la perméabilité à l'oxygène : Acétobutyrate de cellulose, Silicone, Siloxane méthacrylate, Fluoro-siloxane méthacrylate (Barthélémy, 2004). Leur signe distinctif est par conséquent la perméabilité à l'oxygène qui réduit le risque d'œdème cornéen toute en corrigeant tous les défauts visuels, en particulier les fortes corrections et les astigmatismes [(Cuffaro, 2016) ; (Pouzaud, 1998)].

2. Les contraintes causées par le port des lentilles de contact

Lorsque l'indispensable entretien des lentilles de contact n'est pas exécuté avec hygiène et rigueur, que le délai d'utilisation n'est pas respecté avec sérieux, que l'instruction d'adaptation est insuffisante et que le suivi professionnel des contrôles oculaires est irrégulier (Bärtschi, 2009), plusieurs complications peuvent apparaître, ces complication peuvent être non infectieux comme ils peuvent être infectieux.

2.1. Les complications non infectieux

2.1.1. L'allergie aux produits d'entretien

Les solutions multifonctions sont potentiellement pourvoyeuses d'allergie en raison de la présence de certains oxydants, de détergents, d'antiseptiques, de conservateurs (dérivés mercuriels) ou d'enzymes, qui ont pour rôle la déprotéinisation (De Nicola, 2014). A l'inverse, les systèmes à base de peroxyde d'hydrogène sont potentiellement mieux tolérés car ils ne contiennent pas de conservateurs (Mély, 2009).

En cas d'allergie, les principaux signes subjectifs dont se plaint le patient sont habituellement bilatéraux et consistent en une rougeur oculaire, un prurit oculaire, une

photophobie, un larmoiement et quelques fois un gonflement des paupières (Boulanger et George, 2015).

2.1.2. L'hypoxie aigüe

Chaque lentille de contact constitue une barrière au transport de l'oxygène dans l'œil et peut provoquer une hypoxie (Fagan *et al.*, 2012).

L'hypoxie aigüe est la conséquence d'une insuffisance de transmissibilité de l'oxygène à travers la lentille. Cette complication est devenue très rare aujourd'hui, en raison de la haute perméabilité à l'oxygène des lentilles actuelles. Elle peut néanmoins survenir en cas de port non respecté surtout lors de port prolonger ou nocturne d'une lentille souple de bas DK, ou épaisse [(Mély, 2009) ; (Sarver *et al.*, 1981)].

2.1.3. La conjonctivite giganto-papillaire (CGP)

Il s'agit d'une pathologie fréquemment rencontrée chez les patients porteurs de lentilles de contact souples (Zhong *et al.*, 2007). La physiopathologie est complexe, à la fois d'origine mécanique et immuno-allergique (Elhers et Donshik, 2008) et serait principalement en cause d'un défaut de manipulation et d'hygiène dans l'entretien des lentilles de contact (Gosset, 2016).

Les facteurs de risques de cette pathologie sont : l'atopie, l'âge jeune, le port prolongé ou permanent, la présence de dépôts sur les lentilles, une lentille rigide de grand diamètre, un renouvellement insuffisant des lentilles, un entretien mal conduit. Un petit syndrome sec et une dysfonction meibomienne sont souvent associés (Boulanger et George, 2015).

Les patients présentant une CGP se plaignent souvent de sécrétions, larmoiement, vision trouble, irritation oculaire, sensation de corps étranger, mobilité accrue de leur lentille (Townsend, 2010).

2.1.4. Infiltrats cornéen

Ces infiltrats sont sous-épithéliaux, parfois situés dans le stroma antérieur. Ils sont le plus souvent périphériques à proximité du limbe. Ils peuvent être parfaitement asymptomatiques ou au contraire être source d'une sensation d'irritation. Ils sont favorisés par le port continu, mais sont aussi fréquemment retrouvés chez les porteurs diurnes [(Dumbleton, 2002) ; (Sankaridurg *et al.*, 2000)].

2.2. Les complications infectieuses (les kératites infectieuses)

Le port de lentilles cornéennes augmente considérablement le risque de complications oculaires, en particulier la kératite microbienne, la complication la plus grave et menaçant la vue (Zimmerman *et al.*, 2016). La kératite microbienne est un terme qui inclut la kératite bactérienne et qui constitue l'une des principales causes d'opacités cornéennes entraînant une perte de vision dans le monde [(Pascolini et Mariotti, 2012) ; (Whitcher et Srinivasan, 2001)]. En effet, un très grand nombre de bactéries, aérobies et anaérobies, peuvent provoquer ce type de kératite. Cependant, quatre groupes prédominent très largement puisqu'ils sont à l'origine de 90% des cas : les *Staphylocoques*, les *Streptocoques*, les *Pseudomonas* et les *Entérobactéries* (Schaefer *et al.*, 2001).

De plus, la kératite microbienne inclut aussi la kératite fongique, qui représente une cause rare, mais souvent grave, d'infection cornéenne. Elle est considérée comme une complication menaçante pour la vue, caractérisée par une infiltration de couleur blanc grisâtre avec des plumes et une infiltration profonde [(Tomas *et al.*, 2013) ; (Ng *et al.*, 2013)]. Les champignons filamenteux, tels que *Fusarium*, *Aspergillus* et les levures, tels que *Candida*, sont le plus souvent associés à cette kératite (Thomas et Kaliamurthy, 2013).

La kératite amibienne est considérée aussi comme une autre forme de kératite microbienne, elle est provoquée par des amibes libres du genre *Acanthamoeba* [(Ondriska *et al.*, 2004) ; (Cardine *et al.*, 2002)] qui ont une grande affinité pour les surfaces de lentilles de contact, ce qui joue un rôle important dans la pathogenèse de la kératite (Ramachandran *et al.*, 1997).

Toutes ces infections sont favorisées par des facteurs liés à l'état de la cornée, comprenant le traumatisme cornéen et l'hypoxie cornéenne [(Coopersmith et Weinstock, 1997) ; (Dejaco-Ruhswurm *et al.*, 2001) ; (Venkata *et al.*, 2002)] ou d'autres facteurs liés à la lentille, notamment le biomatériau constitutif de la lentille qui agit comme un vecteur pour l'adhésion des microorganismes avec un transfert ultérieur à la surface oculaire (Mela *et al.*, 2003). En effet, le risque de la kératite infectieuse est 21 fois plus grand avec les lentilles souples qu'avec les lentilles rigides (Saven, 2003). Le port de lentilles cornéennes continue (Morgan *et al.*, 2005), le non-respect des calendriers de remplacement, la réutilisation de la solution désinfectante et l'exposition des lentilles à l'eau de robinet qui contamine potentiellement la lentille et le boîtier de rangement constitue aussi d'autres facteurs de risque de développement de kératite infectieuse [(Zimmerman *et al.*, 2017) ; (Stapleton *et al.*, 2007)].

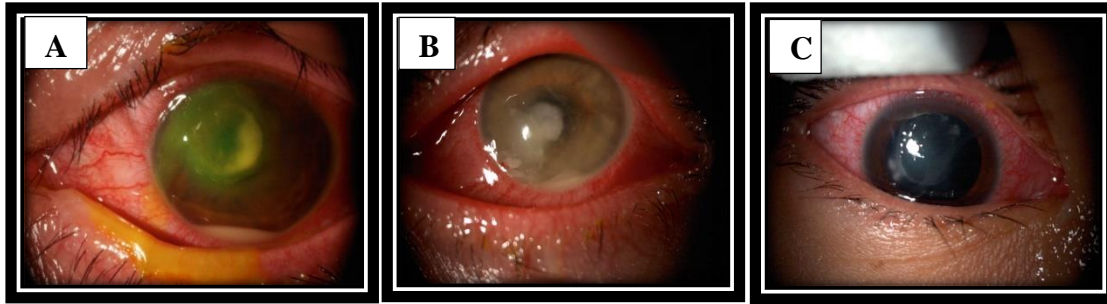


Figure 1: les kératites infectieuses (Boulanger et George, 2015).

A : kératite bactérienne à *Pseudomonas aeruginosa* sous lentille souple.

B : kératite amibienne sévère sous lentille.

C : kératite fongique sous lentille.

3. L'entretien des lentilles de contact

Les lentilles de contact nécessitent quotidiennement, exception faite des dispositifs journaliers jetés après chaque utilisation, un nettoyage et une décontamination afin d'éliminer les dépôts qui favorisent un risque infectieux (De Gregori et Le Blond, 2006).

3.1. Les Solutions d'entretien

Une bonne solution d'entretien doit avoir une activité antimicrobienne efficace sans toxicité pour la cornée, respecter le matériau de la lentille, et assurer le confort du patient (Slassi, 2013). Il en existe plusieurs (Tableau 3).

- **Les solutions multifonctions :** les produits multifonction comprennent un seul produit [(Flament, 2002) ;(Pouzaud, 2001)] qui permettent une simplification de l'entretien en assurant les étapes de nettoyage, décontamination, rinçage, trempage, et lubrification voir même déproteïnisation (Durand, 2004). Elles contiennent différents agents chimiques à des concentrations variables suivant qu'il s'agisse d'un produit pour lentille souple ou pour lentille rigide (Jones et Powelle, 2013). Ce type de produits doit répondre à des normes de qualité bien précises, puisqu'il doit offrir un bon compromis entre une activité antimicrobienne satisfaisante et une tolérance oculaire [(Berthélémy, 2015) ; (Mahmoudi, 2017)]. Leur utilisation est préconisée pour les lentilles à renouvellement fréquent, les lentilles rigides perméables à l'oxygène et pour lentilles cosmétiques (Subirana, 2001).

- **Les solutions oxydantes :** elles sont composées de peroxyde d'hydrogène concentré à 3%, permettant de décontaminer la lentille, et la garder en bon état, dans un pH compatible avec les larmes (Bruce, 2008). Le peroxyde d'hydrogène est toxique pour la cornée et doit être neutralisé avant la pose de la lentille pour éviter des brûlures, un larmolement, une hyperhémie et des lésions cornéennes possibles (Hughes et Kilvington, 2001). Cette neutralisation se fait grâce à un disque de platine situé dans le flacon ou bien à l'aide d'un comprimé ajouté chaque jour dans le produit (Lureau-Cornuot, 2011). De plus, le peroxyde d'hydrogène a une efficacité à large spectre contre les bactéries, les virus et les levures (Morgan, 2018).
- **Les solutions uni-fonction :** avant l'apparition des solutions multifonctions, on ne disposait que de solutions uni-fonction. Cette complexité d'entretien était de nature à diminuer la bonne observance de l'entretien chez le porteur de lentilles (Bloise et Le Blond, 2009). Toutefois ces solutions uni-fonction sont encore utilisées pour l'entretien des lentilles traditionnelles ou des lentilles rigides perméables aux gaz notamment pour des fonctions de nettoyage approfondi ou de déprotéinisation (Schalk, 2017).

3.2. Procédure d'entretien des lentilles de contact

L'entretien des lentilles de contact doit tout d'abord commencer par un lavage soigneux des mains avant toute manipulation qui enchainera les étapes suivantes (Gazengel et Orecchioni, 2013) :

Le nettoyage quotidien demeure la première étape de l'entretien, et il est similaire pour les lentilles cornéennes souples et rigides (Laviolette et Meunier, 2003a). Il a pour but d'éliminer les dépôts qui ont pour origines les larmes (dépôts lipidiques, aqueux ou de mucus) et le milieu extérieur (Berthélémy, 2015). Un nettoyage efficace suppose que la lentille doit être massée préalablement dans la paume de la main avec un produit de nettoyage, en évitant de la toucher avec les ongles (Tracanelli, 2007).

La décontamination qui a pour but de réduire ou d'éliminer les germes présents sur la lentille. Elle se réalise quotidiennement durant plus 6 heures. (Kharmach, 2016).

Le trempage et la conservation qui permet de prolonger la décontamination et de rééquilibrer l'hydratation de la lentille en les plaçant dans une solution de trempage en dehors de la période d'utilisation. Cette solution de stockage reste aseptique grâce à un conservateur avec un pH proche de 7, obtenu par un produit tampon. Un chélateur du calcium l'EDTA

Peut être rajouté pour prévenir les dépôts [(Gabriel, 1998b) ;(Le Hir, 2001) ;(Pouzaud, 1998b)].

La déprotéinisation qui a pour but de prévenir et d'éliminer les dépôts protéiques accrochés à la surface de la lentille (Khrifi, 2014). Elle est conseillée une fois par semaine et fait appel à des enzymes protéolytiques : papaïne (origine végétale), subtilisine A (origine bactérienne) ou lipo-protéolytique : pancréatine (origine animale) [(Gazengel et Orecchioni ,2013) ; (Tracanelli, 2007)]. Cependant, il faut rincer la lentille avant de la porter de nouveau pour éliminer toute trace d'enzyme (Laviolette et Meunier ,2003b).

Le rinçage et la lubrification conseillée afin d'éliminer toute trace des solutions employées qui ne doivent pas entrer en contact avec l'œil. On utilise généralement pour le rinçage une solution saline à 0.9% [(ANSM, 2014) ; (Harchali, 2013)]. Enfin, on peut réaliser une étape supplémentaire de lubrification dans le but d'améliorer le confort à la pose et pendant le port .Celle-ci se fait par l'intermédiaire d'agents mouillants, lubrifiants et viscosifiants (Slassi, 2013).

Tableau 3: Exemples de produits d'entretien commercialisé pour les lentilles de contact

[(Faucoud, 2012) ; ;(Tracanelli, 2007)].

Produits	Type du produit	La composition
Renu multiplus® (lentille souple)	Multifonction	Dymed 0.0001% (polyaminopropyl biguanide) : agent désinfectant. Hydranate 0.03% (hydroxyalkylphosphonate) : agent séquestrant. Acide borique Poloxamine : surfactant : maintien de la mouillabilité et le confort. Borate de sodium : tampon Edédiate disodique Chlorure de sodium
AQUA Soft® (lentille souple)	Multifonction	Solution saline tampon isotonique contenant du poloxamère, de l'EDTA, du PVP, du polyhexanide (0.0002%), et un agent d'élimination des protéines.
Boston Simplus (lentille rigide)	Multifonction	Gluconate de chlorhexidine, polyaminopropyl biguanide, poloxamide, EDTA.
Concerto Rigide (lentille rigide)	Multifonction	Polyhexanide, Cetrimonium bromide, Poloxamer, Hydroxypropylméthyl cellulose, EDTA, Macrogol.

3.3. Les conseils d'entretien

L'entretien est le traitement préventif contre les infections oculaires. Il concerne autant l'entretien des lentilles elles-mêmes que les précautions à prendre lors de l'utilisation de l'étui ou des produits d'entretien (Saven, 2003). Donc, il est recommandé de se laver, se rincer et se sécher les mains avec un chiffon propre avant de poser ou de retirer les lentilles (Foucaud, 2012), ainsi que de nettoyer les étuis et de les remplacer souvent (Morgan et *al.*, 2011). De plus, il faut conserver les produits d'entretien à l'abri de la chaleur, de l'humidité, et de la lumière [(Gardon, 1995) ; (Kramer et *al.*, 2002)] et veiller au respect des dates de péremption de ces produits (Roth, 2005).

Le docteur Ralph Stone propose qu'il est essentiel que les spécialistes en lentilles de contact consacrent suffisamment de temps à discuter de l'entretien des lentilles avec les porteurs qui reviennent les voir, et a conseillé à chaque spécialiste en lentilles de contact de rédiger une liste de contrôle, comprenant des recommandations spécifiques pour l'entretien des lentilles pour les clients qui reviennent en consultation.

1. Lieu d'étude

Cette étude a été réalisée au sein des laboratoires de microbiologie de l'institut des sciences du centre universitaire « BELHADJ Bouchaib » a Ain Témouchent.

2. Prélèvement

Au cours du mois de février 2019, six paires de lentilles de contact d'une durée de portage variable ont été récoltées de porteurs de lentilles volontaires ne présentant aucune infection, ces porteurs ont été choisis de façon aléatoire sans aucuns critères particuliers.

Les lentilles récoltées sont soigneusement prélevées dans des conditions d'asepsie placées dans leurs étuis et ramenés dans les heures qui suivent au laboratoire pour être analyser.

3. Ensemencement des prélèvements

Les lentilles de contact sont introduites dans 5 ml de bouillon nutritive, après un temps d'enrichissement de 24 heures, 0,1 ml est ensemencé sur deux milieux sélectifs ; le premier milieu étant le Mac-Conkey (Annexe 3), pour l'isolement des bactéries à Gram négatifs grâce à l'action de deux inhibiteurs le cristal violet (inhibition de la flore Gram-positive) et les sels biliaries (sélection des entérobactéries) (Joflin et Leyral, 2001). Le second milieu étant le milieu Chapman-mannitol qui permet la croissance des germes halophiles, la forte concentration en chlorure de sodium inhibe la croissance de la plupart des bactéries autres que les staphylocoques (BIO-RAD ,2007) (Annexe 5).

L'encensement est réalisé par strie à la surface des deux milieux sélectifs décrits précédemment ; l'ensemble des boites est ensuite incubé à 37°C pendant 24 à 48h.

4. L'identification bactérienne

L'identification bactérienne est réalisée par les méthodes conventionnelles de microbiologie.

• Etude macroscopique

Cette étude est basée essentiellement sur l'observation macroscopique des colonies directe à l'œil nu ou par loupe binoculaire (Denis et *al.*, 2007). Elle permet de décrire la taille, la couleur, l'élévation, l'opacité, la surface, et la forme des colonies obtenues (Batahri, 2015).

• Etude microscopique par coloration de Gram

Il s'agit de la coloration de base en microbiologie. Elle permet de mettre en évidence les propriétés de la paroi bactérienne, et d'utiliser ces propriétés pour les distinguer et les classer en deux genres (Gram+ et Gram-) (Azizi et Touadjni, 2015). Une colonie isolée, sur milieu Mac-Conkey après 24h de culture à 37°C, est étalée dans une gouttelette d'eau distillée stérile sur la lame de verre. Après séchage de la lame à l'air, le frottis est fixé par la flamme du bec bunsen et soumis à une coloration par le violet de gentiane pendant 30 secondes, puis à une fixation de la coloration par lugol pendant une minute. Enfin, une décoloration par l'alcool suivie d'une nouvelle coloration par la fushine est appliquée pendant une minute chacune. Le frottis est lavé à l'eau distillée et séché soigneusement. L'observation est réalisée en microscopie optique (objectif à immersion x100).

• Identification par la galerie API 20E

L'identification biochimique est basée sur un système standardisé pour l'identification des *Enterobacteriaceae* et autres bacilles à Gram négatif. Les microtubes des galeries sont inoculés avec une suspension bactérienne qui a été réalisé par le prélèvement d'une seule colonie bien isolée sur milieu Mac Conkey. Les réactions produites après 24hd'incubation à 37°C se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs. Après une incubation de 24h à 37°C, la lecture des résultats est faite à l'aide du tableau de lecture et l'identification est obtenue à l'aide du catalogue analytique.

5. Conservation des souches

Les souches pures sont conservées à 4 °C dans des tubes de gélose nutritive inclinés afin de placer les bactéries dans un état de vie ralentie ou momentanément suspendue.

6. Détection de la formation de biofilm par coloration au cristal violet (CV)

L'étude de la formation de biofilms est réalisée par coloration au cristal violet. Cette technique permet une évaluation quantitative de la formation de biofilms puisque la coloration adsorbée est directement corrélée à la densité du biofilm formé (Musk et *al.*, 2005).

Des suspensions bactériennes ajustées à une D_{570} de 0.1 sont réparties dans des tubes en polystyrène de 5 ml à raison de 3 ml par tube. Après incubation de 24h à 37°C, chaque tube est soigneusement vidé et rincés 3 fois à l'eau distillée en vue d'éliminer les cellules planctoniques non adhérentes, puis coloré au cristal violet à 0,5% (w/v) pendant 15 min à

température ambiante. La formation de biofilm est finalement quantifiée à 570 nm. Après solubilisation avec de l'éthanol à 95% à raison de 3ml par tube. L'expérience est réalisée 3 fois pour chaque souche.

7. Adhésion bactérienne in vitro sur lentilles de contact

Des lentilles de contact constituées de biomatériaux différents à savoir l'hydrogel (PHEMA) et le silicone hydrogel (Comfilcon A) sont introduites dans des tubes contenant 5ml d'une suspension bactérienne ajustée à un DO₅₇₀ de 0.1 chacune, puis incubés à 37°C pendant 24h. Les lentilles sont récupérées, lavées abondamment à l'eau distillée stérile puis placées dans 5ml d'eau distillée stérile. La sonication est effectuée 3 fois à l'aide de l'ultrason model OPTIC ivymen® SYSTEM CY-500 pendant 3 min intercalée par un passage de 1min au vortex. Une série de dilution de 10⁻¹ jusqu'au 10⁻⁶ est effectuée pour chaque échantillon, puis ensemencées sur gélose nutritive. Le dénombrement des colonies est réalisé après 24h d'incubation à 37°C (M'hamedi, 2015) (Figure 02).



Figure 2: Appareil d'ultrason model OPTIC ivymen® SYSTEM CY-500.

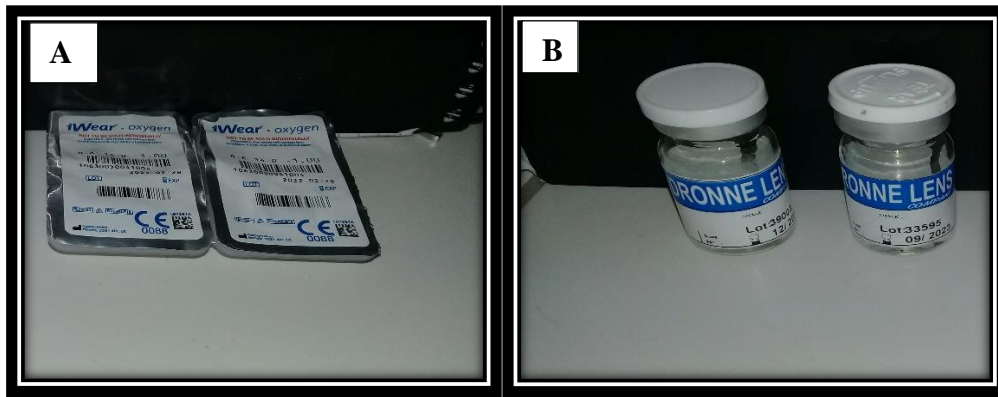


Figure 3: Lentilles de contact utilisées

A : en silicone hydrogel (Comfilcon A) ; **B** : en hydrogel (PHEMA).

8. L'effet des produits d'entretien sur l'adhésion bactérienne

Deux produits destinés à l'entretien des lentilles de contact et disponible sur le marché Algérien sont testés (Figure 04) :

Renu MultiPlus® : Dymed 0.0001% (polyaminopropyl binguanide), Hydrate 0.03% (hydroxyalkylphosphonate), Acide borique, Poloxamine, Borate de sodium, Edédiate disodique, Chlorure de sodium.

Aqua Soft® : Solution saline tampon isotonique contenant du poloxamère, de l'EDTA, du PVP, du polyhexanide (0.0002%), et un agent d'élimination des protéines.

De la même façon des lentilles de contact en hydrogel (PHEMA) et en silicone hydrogel (Comfilcon A) sont placées dans des tubes contenant 5ml d'une suspension bactériennes ajustée à un DO600 de 0.1 puis incubés à 37°C pendant 24h. Les lentilles sont récupérées, lavées abondamment à l'eau distillée stérile, puis placées dans des tubes contenant 5 ml de chaque produit testé durant toute une nuit. Le lendemain une sonication est effectuée 3 fois à l'aide de l'ultrason pendant 3 min intercalée par un passage de 1 min au vortex. Une séries de dilution de 10^{-1} jusqu'au 10^{-6} est effectuée pour chaque échantillon, puisensemencées sur gélose nutritive. Le dénombrement des colonies est réalisé après 24h d'incubation à 37°C.



Figure 4: Les produits d'entretien testé des lentilles de contact.

9. Analyses statistiques

La comparaison des résultats a été réalisée grâce à une analyse de variance à un facteur (ANOVA) au seuil de 5 % ($P < 0,05$) avec logiciel SPSS17. Le test (Duncan) (Annexe 2).

1. Prélèvement et identification

Pendant le port de lentilles de contact, les microbes peuvent pénétrer dans l'œil par les marges du couvercle, les doigts lors de l'insertion (ou du retrait) de la lentille, ou par l'intermédiaire de la lentille de contact, à partir des solutions de soin ou de l'étui de rangement (Evans et Fleiszig, 2010).

Durant cette étude, six paires de lentilles de contact ont été recueillies chez des porteurs de lentilles volontaires ne présentant aucune infection. Sur l'ensemble des prélèvements réalisés 12 germes ont été isolés sur milieu Mac Conkey (Annexe 6). Alors qu'aucun germe n'a été isolé sur milieu Chapman.

L'observation macroscopique sur milieu Mac Conkey, a permis l'observation de colonie bactérienne de petite taille de couleur marron avec un aspect bombée muqueux et translucide.

L'examen microscopique après coloration de Gram des colonies bactériennes a permis l'observation des bacilles rose, à gram négatif, regroupés par deux ou bien en courte chaînette (Figure 5).

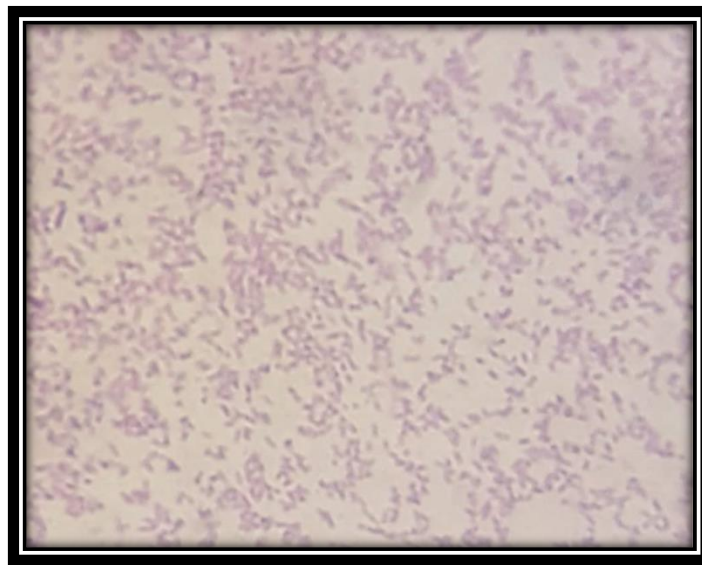


Figure 5: Observation microscopique des souches après coloration de Gram (Grossissement $\times 100$).

L'identification biochimique à l'aide de la galerie API20^E, nous a permis de caractériser les espèces *Acinetobacter baumannii* (biotype 0204042) et *Pseudomonas fluorescens* (biotype 2200000) (Figure 6).



Figure 6: Résultat d'identification sur la galerie API20E.

A : *Pseudomonas fluorescens*

B : *Acinetobacter baumannii*.

Les lentilles de contact, en particulier les lentilles de contact souples, sont de plus en plus utilisées à des fins esthétiques ou thérapeutiques. Le manque d'observance et le manque d'hygiène en matière de soin de la lentille sont fortement associés à la contamination microbienne et il a été prouvé qu'ils étaient responsables d'infections oculaires [(Stapleton, 2008) ; (Szczotka-Flynn et *al.*, 2010)]. Un mauvais entretien du boîtier à lentilles serait responsable de 72 % des contaminations. Le manque d'entretien des boîtiers pour lentilles de contact est un problème majeur car le risque de kératite microbienne est multiplié par 4 quand celui-ci n'est pas nettoyé correctement (Wu, 2010).

Dans cette étude, un total de 7/9 de nos patients porte leurs lentilles plusieurs jours de façon continue (port diurne et nocturne) ce qui peut expliquer ce taux important de contamination (Annexe 1). En effet, l'usure prolongée est un facteur de risque puisque les bactéries ont plus de temps pour coloniser les lentilles de contact et s'adapter à l'environnement pour devenir suffisamment virulentes (Evans et Fleiszig, 2010).

Il existe une grande variation dans la notification de la charge microbienne des lentilles selon les études. Cette variation provient des techniques d'échantillonnage, de l'emplacement géographique, des différences dans les systèmes d'entretien des lentilles, des modes d'usure, des matériaux et des sujets échantillonnés (Szczotka-Flynn et *al.*, 2010).

Dans notre étude, l'ensemble des lentilles de contact qui ont été analysées sont des lentilles souples, prélevées chez 9 patients de différent sexe (homme et femme) ne présentant aucune infection. L'âge des patients est compris entre 14 et 59 ans et la durée de port allant de 6 mois jusqu'à 12 mois (Annexe 1).

Le port de lentilles cornéennes est associé à des modifications du microbiote oculaire. Les bactéries à Gram négatif sont la principale cause de kératite microbienne liée à

la lentille de contact dont *Pseudomonas spp* considéré comme l'organisme le plus communément isolé [(Cheng et al., 1999), (Dutta et al., 2011)], alors que *Staphylococcus spp* et *Serratia spp* viennent ensuite [(Alexandrakis, 2000), (Willcox et al., 2012)].

Dans notre étude, un total de 12 isolats bactériens Gram (-) sont obtenues, avec une prédominance de *Pseudomonas fluorescens* avec (7 isolats/12), suivie d'*Acinetobacter baumannii* avec (5 isolats/12) (Figure 7).

Peu d'études sont en accord avec nos résultats tel Whitcher et al., (2003), Lipener et al., (1995), Ibrahim et al., (2008) qui ont signalé que *Pseudomonas* était l'isolat le plus fréquemment retrouvé sur les lentilles et ces accessoires, alors que Yung et al., (2007) ; Deeksha et Ujjwala, (2014) ont découvert que *S. aureus*, des espèces de *Staphylocoque* à coagulase négative et *Serratia*, constituaient les micro-organismes les plus répandu.

De la même façons Green et al., 2008 et Otri et al., 2013 montrent que *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus* sont les deux microorganismes prédominants impliqués dans les effets indésirables microbiens liés aux lentilles de contact. Cependant, des études réalisées sur la contamination bactérienne des lentilles de contact ont montré qu'un nombre élevé de bactéries à Gram négatif est rarement isolé des lentilles de contact des utilisateurs asymptomatiques après une usure prolongée (Mowrey-McKee et al., 1992; Hart et al., 1993).

L'étude réalisée par Liaqat et al., (2018) en Pakistan sur un groupe de personnes asymptomatiques porteur quotidiennement des lentilles de contact en silicone hydrogel, a montré que la contamination bactérienne des lentilles incluait contrairement à nos résultats des espèces de *Bacillus Sp*, *Klebsiella Sp.*, *S. epidermidis*, *S. aureus*, *E. coli*, *Streptococcus Sp*, *P. aeruginosa*, *S. rubidaea*, *A. hydrophila* et *B. cepacia*. De même une étude réalisée par Emina et Idu, (2011) dans des cliniques ophtalmologiques privées à Lagos (Nigéria) entre août 2002 et décembre 2003, a montré que la flore bactérienne trouvée chez des porteurs de lentilles cornéennes jetables et allongés asymptomatiques est composé de *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli (E. coli)*, et *Klebsiella spp*.

Enfin, Donlan et Costerton (2002) montrent que les principaux microorganismes adhérant aux lentilles de contact sont *P. aeruginosa*, *E. coli*, *S. aureus*, *S. epidermidis*, *Proteus spp*, *Serratia spp*, *Candida spp*.

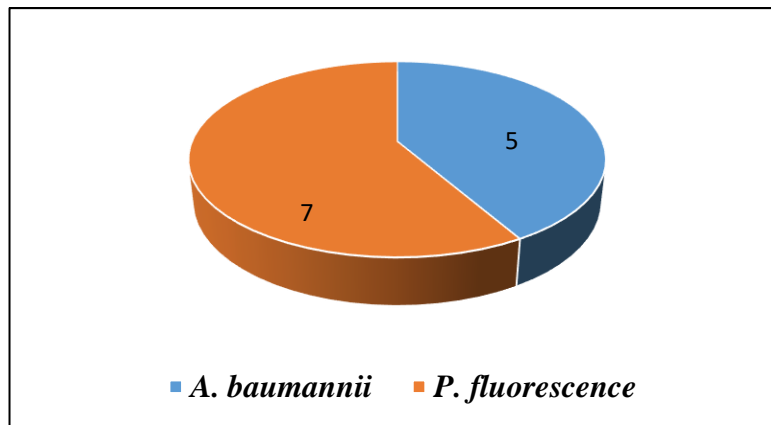


Figure 7: Distribution des bactéries isolées de lentilles de contact.

2. Etude de la formation de biofilm par coloration au CV

D'après des études menées par Bagge et *al.*, (2000), Xu et *al.*, (2000) et Chandra et *al.*, (2001), les biofilms sont le plus commun mode de croissance bactérienne dans la nature et sont également importants dans les infections cliniques.

Les matériaux d'implantation sont de plus en plus utilisés dans de nombreux domaines de la médecine moderne, à des fins diagnostiques et/ou thérapeutiques. Malgré le succès considérable obtenu, ces surfaces abiotiques sont susceptibles de colonisation bactérienne qui crée un problème de santé publique [(Archibald et Gaynes, 1997) ; (Behlau et Gilmore, 2008) ; (Treter et Macedo, 2011)].

Après identification des isolats obtenus des lentilles de contact, l'ensemble des isolats ont fait l'objet d'une évaluation et d'une détection de la production de biofilm *in vitro* par la méthode TCP (modifiée en tube) qui reste très largement utilisée et considérée comme un test standard pour la détection de la formation de biofilm [(Mathur et *al.*, 2006);(Gad et *al.*, 2009)].

D'après les résultats de Bellifa et *al.*, (2013) ; Kara Terki et *al.*, (2011) la technique TCP reste la meilleure technique pour le dépistage de la formation du biofilm *in vitro*. Elle permet une détermination quantitative pour comparer et examiner l'adhésion de différentes souches (Racha et *al.*, 2012).

Les résultats de cette technique ont montré que l'ensemble des isolats avait la capacité de former un biofilm avec des valeurs allant de 0.14 ± 0.02 à 0.90 ± 0.02 (moyenne, écart-type) (figure 8). Les isolats AB1, AB2, PF12, AB4 et PF6 étaient fortement formatrices de biofilm avec des DO_{570} 4 fois supérieures que celle de la DO_{570} témoin, les souches PF7, PF8, AB3 et PF10 étaient modérément formatrices de biofilm alors que les souches PF11, AB5 et PF9 sont faiblement adhérentes (Tableau 4).

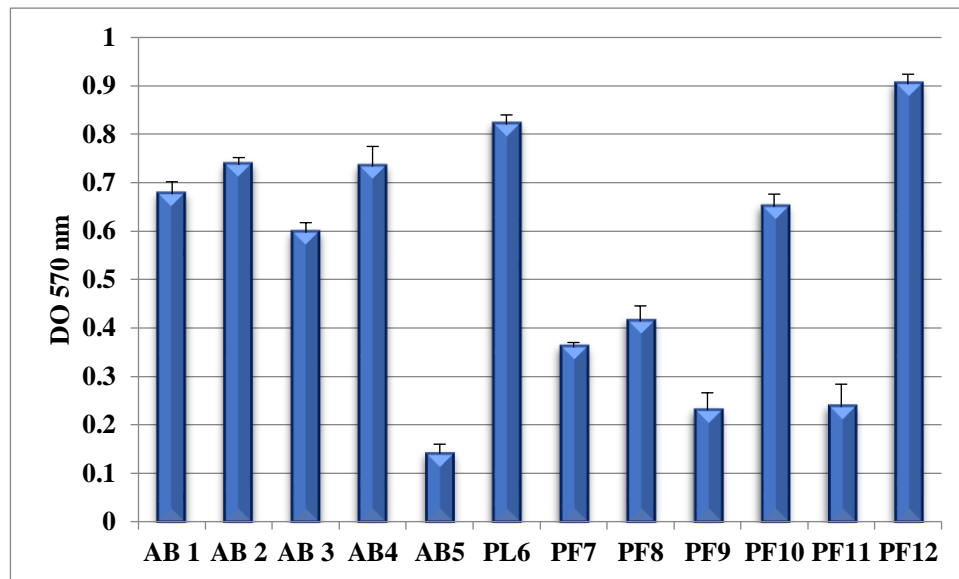


Figure 8: Quantification de la formation de biofilm par la méthode TCP.

L'utilisation de tels dispositifs soit de la plus haute importance pour la correction de nombreuses aberrations visuelles, ils fournissent également une nouvelle surface sur laquelle de nombreux agents pathogènes microbiens peuvent former des biofilms (Bispo *et al.*, 2015). En effet, il est connu que les biofilms se forment couramment sur les lentilles de contact et qu'ils constituent l'un des principaux facteurs de risque de kératite infectieuse [(Hoddenbach *et al.*, 2014) ; (Keay *et al.*, 2006)] puisque les microbes résidant sur les lentilles et dans les étuis de lentilles, souvent en association avec des biofilms multi-espèces servent de réservoirs pour l'établissement d'infections oculaires [(Dart et Stapleton, 1995) ; (Behlau et Gilmore, 2008)].

L'étude de Wilson *et al.*, (1991) montrent que les bactéries intégrées dans un biofilm sont plus résistant au régime de désinfection des lentilles par rapport à des organismes planctoniques. De même, Szczotka-Flynn *et al.*, (2009) ; Willcox, (2013a) montrent que l'usure prolongée des lentilles de contact a été associée au développement de biofilms sur les surfaces des lentilles qui prolonge le contact de la bactérie avec la surface de l'œil, augmentant ainsi sa pathogénicité (Kalishwaralal *et al.*, 2010). Nos résultats sont en conformité avec ces études (Annexe 1).

Tableau 4: Résultats de la formation du biofilm par la technique TCP.

Test	Formation de biofilm		
	Faible	Fort	Modéré
TCP	3	5	4

Dans cette étude, toutes les souches d'*A. baumannii* isolées des lentilles de contact forment des biofilms, cette capacité est forte chez la plus grande partie d'entre elles. En effet, cette espèce est considérée comme un agent responsable d'un large éventail d'infections communautaires, surtout des pneumopathies et des bactériémies, mais aussi des infections de la peau ou des tissus mous, des infections oculaires, des méningites secondaires ou encore des endocardites [(Chang et al., 2000) ; (Falagas et al., 2007)].

Rodriguez et al., (2008) montrent qu'elle a également une capacité particulière à développer une résistance aux agents antimicrobiens et que c'est l'une des bactéries associées à la formation de biofilm à la surface des dispositifs médicaux (M'hamedi, 2015). Cette propriété lui confère la capacité de survivre dans des conditions environnementales défavorables, notamment les environnements hospitaliers et les dispositifs médicaux (Eze et al., 2018).

Nos résultats montrent aussi que la majorité des souches de *pseudomonas fluorescens* sont modérément formatrices de biofilm, appuyant ainsi les propos de Mohammadpour et al., (2011) qui stipule que l'utilisation croissante de lentilles de contact à usage médical ou esthétique a considérablement augmenté le risque de contracter une infection pseudomonale.

3. Adhésion bactérienne in vitro sur lentilles de contact

Des dizaines de millions de dispositifs médicaux sont utilisés chaque année et malgré de nombreux progrès dans les biomatériaux, une proportion importante de dispositifs deviennent colonisés par les bactéries et devient le centre d'une infection liée au dispositif (Costerton et al., 2005). En effet, l'infection bactérienne est l'un des problèmes majeurs rencontrés lors de la mise en contact de biomatériaux avec les systèmes biologiques (Pavon-Djavid et al., 2005).

L'avènement des lentilles en silicone hydrogel n'a pas réduit l'incidence des événements indésirables. Cela peut être en partie lié à la capacité des microbes à adhérer à ces lentilles (Willcox, 2013b).

Dans cette étude, le test d'adhésion est réalisé sur des lentilles de contact constituée de deux biomatériaux différents à savoir l'hydrogel et le silicone hydrogel. Cependant, seule la souche PF12 a été sélectionnée pour sa grande capacité à former un bio film.

Les résultats de l'adhésion montrent que l'adhésion de la souche PF12 est significativement plus importante sur les lentilles en hydrogel (Figure 9).

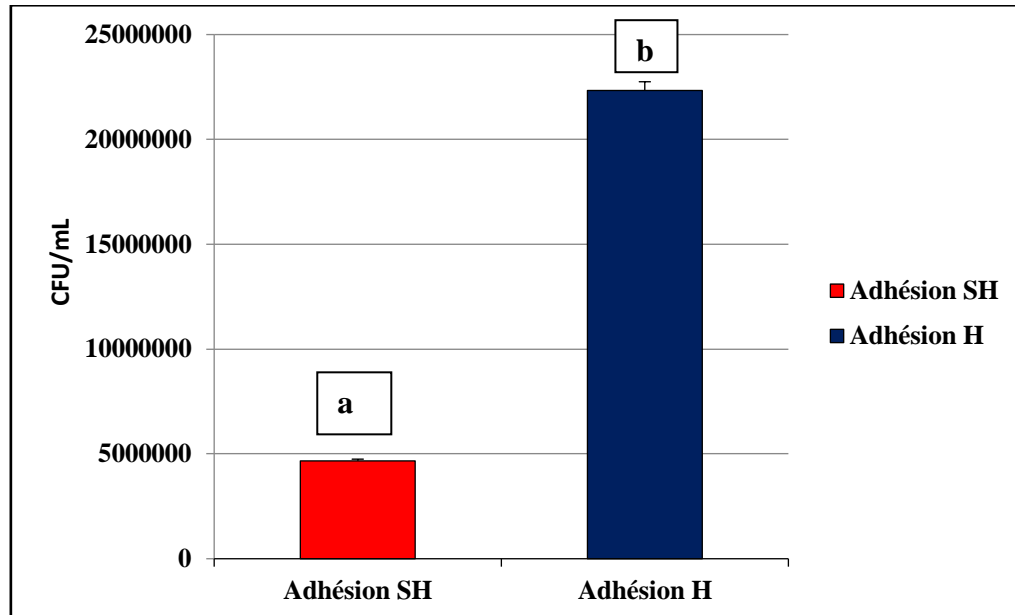


Figure 09 :L'effet de ReNu multiPlus® et AQUA Soft ® sur les deux biomatériaux (CFU/mL).

Les données dans la même colonne suivie par la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Duncan $p < 0.05$.

Certain étude comme celle réalisé par Dutta et Willcox (2013) sur l'adhésion d'un certain nombre de souche de *P. aeruginosa* et *S. aureus* à des lentilles de contact en hydrogel etafilcon A et en silicone hydrogel senofilcon A n'a montré aucune différence significative dans les niveaux d'adhésion bactérienne pour chaque souche examinée. De même, Choo et *al.*, (2005) ont examiné des lentilles en silicone hydrogel et des lentilles en hydrogels à base de poly (2-hydroxyéthyle méthacrylate [PHEMA]) après avoir nagé dans une piscine chlorée pendant 30 min et n'ont également trouvé aucune différence entre la fréquence de colonisation de des deux biomatériaux.

Cependant, à l'opposé de nos résultats d'autres études comme celle de Santos et *al.*, (2007) ; Henriques et *al.*, (2005); George et *al.*, (2003); Bruinsma et *al.*, (2001) montrent que *P. aeruginosa*, *S. aureus* ou *S. epidermidis* adhèrent en plus grand nombre aux lentilles en silicone hydrogel comparées aux lentilles en hydrogel.

Ou encore, l'étude menée par Kodjikian et *al.*, (2007) ainsi que Borazjani et *al.*, (2004) montrent que les lentilles de contact en hydrogel présentent une adhérence bactérienne *in vitro* significativement plus faible que celles en silicone hydrogel. En effet, Tighe (1999) signale que l'incorporation de silicone dans un polymère d'hydrogel atteint une perméabilité à l'oxygène élevée mais réduit en revanche l'hydrophilie, suggérant que l'hydrophobie est une propriété cruciale de la surface des lentilles de contact car la plupart des bactéries adhèrent en plus grand nombre aux surfaces hydrophobes que les surfaces hydrophiles [(Giraldez et *al.*, (2010b); Santos et *al.*, (2007) ; Pringle et Fletcher, (1986) ; Fletcher et *al.*, (1979); Marshall et Cruickshank., (1973)].

Cependant, des travaux précédents réalisées par McEldowney et Fletcher (1986) ; Partterpstra et *al.*, (1988) ; Sjollem et *al.*, (1990) ont rapporté que l'hydrophobicité ne peut pas expliquer systématiquement les résultats de l'adhésion microbienne sur un support puisque l'adhérence est également affectée par la nature du milieu environnant, rendant difficile l'extrapolation des résultats *in vitro* à la situation clinique. En effet, l'adhérence microbienne sur les lentilles de contact dépend de différents paramètres : les facteurs de l'hôte (âge, immunodéficience, état physique), la nature de la souche, les propriétés physicochimiques de la surface (Vaudaux et *al.*, 1990). De ce fait, la comparaison des différentes études est difficile voire même impossible, en raison de la diversité des conditions expérimentales, souches bactériennes, temps d'incubation et méthodes quantitatives ou qualitatives mise en œuvre pour déterminer l'adhérence bactérienne (Kodjikian et *al.*, 2006).

4. L'effet des produits d'entretien sur l'adhésion bactérienne

Une désinfection, une manipulation, une insertion et un retrait corrects des lentilles de contact souples sont des éléments essentiels au succès du port des lentilles. Tous ces éléments doivent être combinés avec le respect des règles d'hygiène (Lievens, 2017). En effet, les infections liées aux lentilles de contact sont souvent associées à une hygiène insuffisante des lentilles de contact. Par conséquent, les produits de soin des lentilles de contact devraient être en mesure de minimiser suffisamment la quantité d'agents pathogènes responsables de ces infections (Hildebrandt et *al.*, 2012).

Cependant, la plupart des utilisateurs de lentilles de contact ne se conforment pas aux procédures de nettoyage et d'entretien puisque certaines personnes réutilisent de l'ancienne solution pour lentilles de contact ou complètent chaque nuit la solution existante (Robertson et Cavanagh, 2011).

La solution la plus couramment utilisée pour la désinfection des lentilles de contact est la

solution polyvalente, dans laquelle une seule solution est utilisée pour le nettoyage, la désinfection, le rinçage et le stockage des lentilles [(Hughes et Kilvington, 2001) ;(Rosenthal et al., 1999) ;(Shoff et al., 2008)].

Dans cette étude, l'effet de deux produits d'entretien ReNu MultiPlus® et AQUA Soft® a été testé sur deux biomatériaux des lentilles de contact colonisés par la bactérie *Pseudomonas fluorescens*.

Ainsi, l'analyse de nos résultats montre que les deux produits testés ont présenté une réduction significative de l'adhésion bactérienne et qu'il existe une différence entre les deux solutions testées, la performance de AQUA Soft® est meilleure que ReNu MultiPlus® sur les deux biomatériaux. En effet, AQUA Soft® a montré une réduction significative importante ($P < 0.05$) de la charge microbienne par rapport au ReNu MultiPlus® (Figure 9, 10). Cette différence de l'efficacité peut être attribuée à la composition des deux produits d'entretien. Effectivement, les deux produits contiennent un agent de désinfection mais à une concentration différent à savoir le polyhexanide pour l'AQUA Soft® à une concentration de 0.0002% et le polyaminopropyl biguanide pour Renu multiPlus®. Ces agents antimicrobiens contiennent des sites actifs cationiques capables de lyser les membranes cellulaires microbiennes par interaction électrostatique (Santodomingo-Rubido et al., 2006). De plus, le produit Renu multiPlus contient en plus du chlorure de sodium qui selon Santo domingo-Rubido et al., (2006), réduit les sites actifs cationiques, ce qui nous laisse penser que sa présence dans ReNu MultiPlus® est l'un des facteurs qui affecte son efficacité.

Nos résultats montrent aussi que le produit d'entretien ReNu MultiPlus® est plus efficace sur les lentilles en hydrogel que les lentilles en silicone hydrogel (Figure 10). En effet, selon Faucoud, 2012 ReNu MultiPlus® peut être utilisé pour tous types de lentilles souples sauf ceux en silicone hydrogel, puisque ce type de lentille nécessite l'utilisation d'un produit d'entretien contenant 0.00005% de Dymed, alors que ReNu MultiPlus® contient une concentration beaucoup plus élevée.

Au Contraire, AQUA Soft ® est plus efficaces sur les lentilles en silicone hydrogel que les lentilles en hydrogel, peut-être parce que ce produit est destinée à l'entretien des lentilles à port mensuelle (Figure 10).

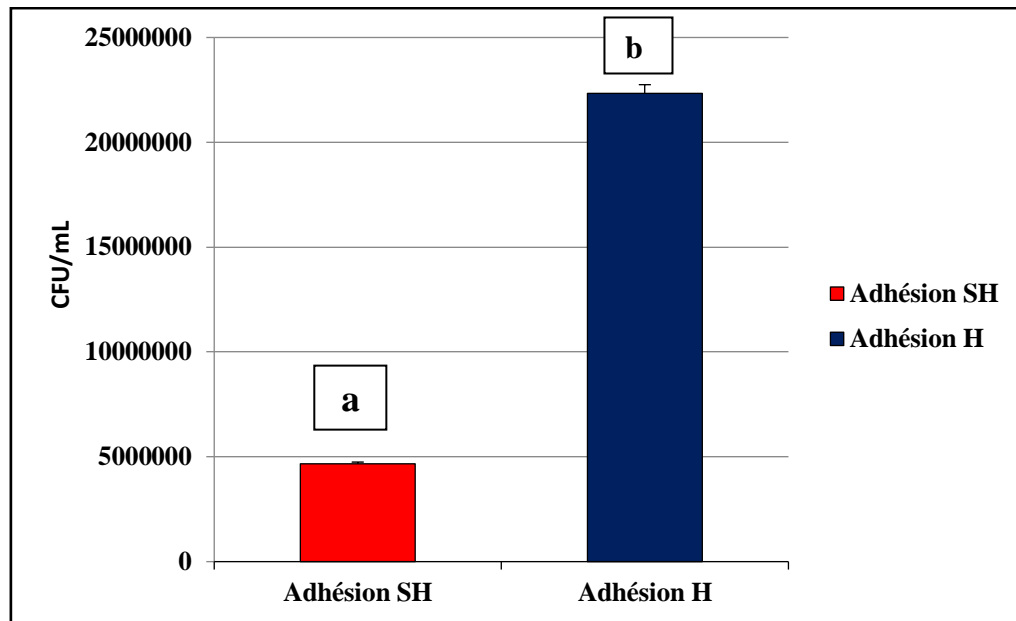


Figure 09: Adhésion de *Pseudomonas fluorescens* sur l'hydrogel et silicone hydrogel (CFU/mL).

Les données dans la même colonne suivie par la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Duncan $p < 0.05$.

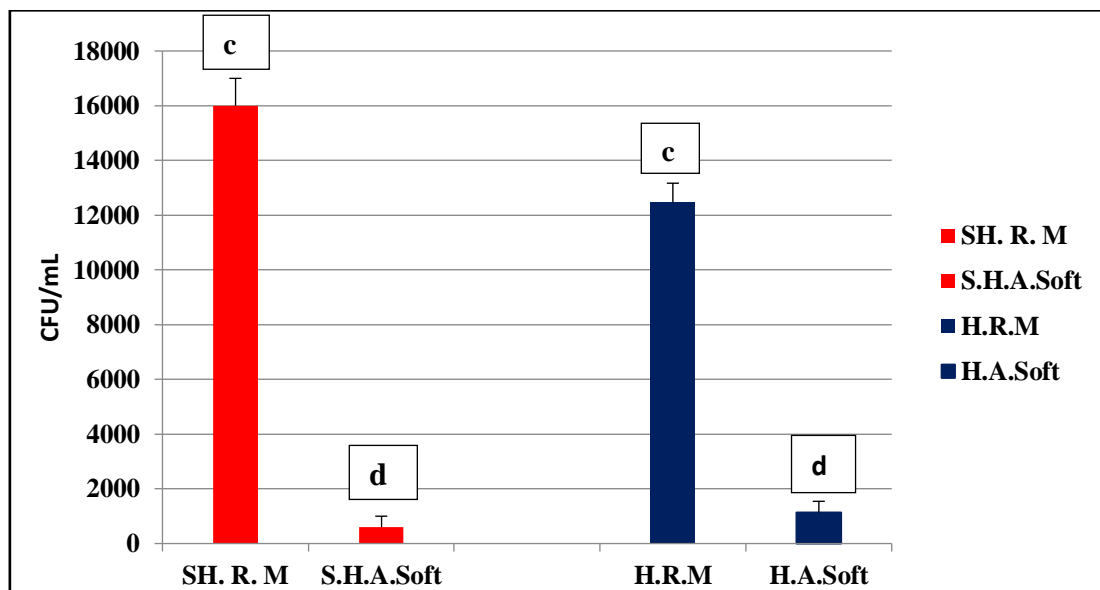


Figure 10: L'effet de ReNu multiPlus® et AQUA Soft® sur les deux biomatériaux (CFU/mL).

Les données dans la même colonne suivie par la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le test de Duncan $p < 0.05$.

Une étude réalisée par Miller et *al.*, (2001) sur l'évaluation de l'activité antimicrobienne de trois produits polyvalent ReNu multiPlus® , AOSEPT® et Opti-Free Express® sur des bactéries et des champignons montre que ReNu MultiPlus a fourni la plus grande activité antimicrobienne globale. ReNu MultiPlus® a démontré une réduction significativement plus élevée de *Staphylococcus aureus* et de *Serratia marcescens* que d'Opti-Free Express® et une réduction moyenne supérieure à celle d'AOSEPT®.

De même un test de comparaison d'efficacités de six solutions à usages multiples destinée à l'entretien des lentilles de contact ReNu MultiPlus®, Solo Care Aqua®, All Soft Clean®, Contact All-in One Advanced®, Hippiia®, Ginza® à usages multiples contre *Pseudomonas aeruginosa* réalisé par Amiri et *al.*, (2011) montre que Renu MultiPlus® et Solo Care Aqua ont entraîné la plus grande réduction du nombre de bactéries. Les autres solutions n'étaient pas efficaces contre *Pseudomonas aeruginosa*.

Cependant, Vermeltfoort et *al.*, (2008) a montré que la solution de soin polyvalent ReNu MultiPlus® n'est pas actifs contre les biofilms formés par *P. aeruginosa* et *S. aureus* sur les cas de stockage de lentilles.

Bénéficiant des dernières technologies, les lentilles de contact permettent aujourd'hui de corriger plusieurs aberrations visuelles. Néanmoins, elles sont considérées comme un corps étranger et constitue très souvent une porte d'entrée pour les microorganismes. Elles constituent l'un des facteurs de risque de kératite infectieuse qui reste un défi et représente un fardeau considérable en termes de soin de santé.

Notre modeste contribution révèle dans un premier temps la présence d'un bon nombre de microorganisme sur des lentilles de contact retirée des porteurs volontaires avec prédominance de *Pseudomonas fluorescence* suivie d'*Acinetobacter baumannii*. Cette contamination serait certainement due au manque d'hygiène rigoureux des mains, des lentilles et leur étui, le non-respect de la fréquence d'utilisation des lentilles et à la capacité des espèces bactériennes à adhérer aux lentilles.

La détermination du pouvoir d'adhésion et de formation de biofilm a été réalisée par coloration au CV, montrant ainsi un grand potentiel d'adhésion spécialement pour l'espèce *Pseudomonas fluorescens* qui peut expliquer son implication dans les infections oculaires récalcitrantes.

Dans un deuxième temps, notre étude a montré que l'adhésion bactérienne est plus importante sur les lentilles en hydrogel que sur les lentilles en silicone hydrogel. De ce fait, notre étude a pu montrer que l'adhésion bactérienne dépend de la nature du biomatériau constitutif des lentilles de contact, et que le choix du type de lentille est également l'un des outils qui permettent de lutter contre la contamination bactérienne.

La comparaison de deux produits d'entretien disponible sur le marché Algérien Aquasoft® et ReNu MultiPlus® montre une meilleure efficacité d'Aquasoft®, ces résultats nous permettent d'orienter les différents porteurs de lentille de contact, vers l'utilisation du bon produit afin d'assurer une bonne hygiène.

Enfin, dans le cadre de lutte contre les complications liée au port des lentilles de contact, des mesures préventives doit être établit. Ces mesures incluent un lavage systématiques des mains, un nettoyage strict des lentilles et leur étui, un respect de la durée préconisée de port des lentilles.

- Alexandrakis, G. (2000).** Shifting trends in bacterial keratitis in South Florida and emerging resistance to fluoroquinolones. *Ophthalmology*, 107(8), 1497–1502.
- Amiri, M. A., Mohammadinia, M., Tabatabaee, M., Askarizadeh, F., & Behgozin, A. (2011).** Comparative efficacies of contact lens disinfecting solutions against *Pseudomonas aeruginosa*. *Clinical and Experimental Optometry*, 94(4), 348–351.
- ANSM. (2014).** Produits d'entretien de lentilles de contact : mise sur le marché, surveillance et recommandations d'utilisation.
- Archibald L.K., Gaynes R.P. (1997).** Hospital acquired infection in the United States: The importance of interhospital comparisons. *Nosocomial Inf.* 11: 245-255.
- Azizi, N., Touadji, A. (2015).** Etude de la résistance aux Antibiotiques chez *Acinetobacter baumannii*. « Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master ». Université des Frères Mentouri Constantine.
- Bagge, N., Ciofu, O., Skovgaard LT., Heriby, N. (2000).** Rapid development in vitro and in vivo of resistance to ceftazidime in biofilm-growing *Pseudomonas aeruginosa* due to chromosomal p-lactamase APMIS; 108:589-600.
- Bärtschi, M. (2009).** Lentilles de contact : indications et contraintes. *Forum Med Suisse* ; 9(11) :228-232.
- Batahri, I.N. (2015).** Propriété d'adhésion et pouvoir enzymatique des bacilles thermophiles isolés du lait liquide et en poudre. « Mémoire en vue de l'obtention du diplôme Master en biologie ». Université Aboubekr Belkaid Tlemcen.
- Behlau I., Gilmore M.S. (2008).** Microbial biofilms in ophthalmology and infectious disease. *Arch. Ophthalmol.* 126:1572–1581.
- Bellifa S., Hassaine H., M'hamedi I., Kara Terki I., Lachachi M., Didi W., (2013).** Formation of biofilm in microfermentor by *Klebsiella pneumoniae* isolated from medical devices at the university hospital of Tlemcen. 4 th International Woekschop on Biotechnology. Tlemcen. Algeria.
- Benjamin, W. (2008).** Oxygen permeability and transmissibility part 2 .contact lens spectrum.
- Berthélémy, S. (2015).** Le port des lentilles de contact. *Actualités Pharmaceutiques*. N° 547.37-40.
- Barthélemy, B.(2016).** La perméabilité des lentilles de contact (souple ou rigide).
- Bialasiewicz, A.A. (1996).** Aspects microbiologiques de la contactologie- contactologia 187:201-204.
- BIO-RAD. (2007).** Chapman - mannitol sait agar.

- Bispo, P., Haas, W., Gilmore, M. (2015).** Biofilms in Infections of the Eye. *Pathogens*, 4(1), 111–136.
- Bloise, L. (2017).** Surveillance, hygiène et entretien des lentilles de contact. *Journal Français d’Ophtalmologie*, 40(4), 329–337.
- Bloise, L., Le Blond, E. (2009).** Entretien des lentilles de contact. In *les lentilles de contact*, 809-868. Mallet F., George M-N., Vayr F. (éditeurs). Elsevier Masson SAS, Issy-les-Moulineaux.
- Bonnet, M. (1996).** Les lentilles rigides —les cahiers d'ophtalmologie, suppo 10: 18-19.
- Borazjani, RN., Levy, B., Ahearn, DG. (2004). Relative primary adhesion of *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens* and *Staphylococcus aureus* to HEMA-type contact lenses and an extended wear silicone hydrogel contact lens of high oxygen permeability. *Contact Lens Ant Eye*; 27:3–8.
- Boulanger, G., George, M.-N. (2015).** Surface oculaire et lentilles. In *Surface oculaire : rapport 2015*, 381-393. Pisella P.-J., Baudouin C., Hoang-Xuan T. (éditeurs). Elsevier Masson SAS, Issy-les-Moulineaux.
- Bruinsma, GM., Van der Mei, HC., Busscher, HJ. (2001).** Bacterial adhesion to surface hydrophilic and hydrophobic contact lenses. *Biomaterials* 22 (24): 3217-3224.
- Bruce, AS. (2008).** Guide d’observations cliniques. Conduite à tenir en contactologie. 4 ème édition. Academy for EyeCare Exelence.
- Caquet, R. (2004).** J’ai une douleur oculaire. La médication officinale, Masson, Paris : 173.
- Cardine, S., Bourcier, T., Chaumeil, C., Zamfir, O., Borderie, V., Laroche, L. (2002).** Prise en charge clinique et pronostic des kératites amibiennes. Etude rétrospective à propos de 25 cas. *J Fr Ophtalmol* ; 25 : 1007-13.
- Carney L. (1982).** Visual loss in keratoconus. *Archiv Ophtalmol*; 100: 1282-5.
- Chandra J., Duncan M. Kuhn., Pranab K., Mukherjee., Lois L. Hoyer., Thomas McCormick .,Mahmoud A. (2001).** Ghannoum Biofilm Formation by the Fungal Pathogen *Candida albicans*: Development, Architecture, and Drug Resistance.
- Chang WN, Lu CH, Huang CR, Chuang YC. (2000).** Community-acquired *Acinetobacter* meningitis in adults. *Infection*. 28:395–7.
- Cheng, K. H., Leung, S. L., Hoekman, H. W., Beekhuis, W. H., Mulder, P. G., Geerards, A. J., Kijlstra, A. (1999).** Incidence of contact-lens-associated microbial keratitis and its related morbidity. *The Lancet*, 354(9174), 181–185.
- Choo, J., Vuu, K., Burnham, BK., et al. (2005).** Bacterial populations on silicone hydrogel and hydrogel contact lenses after swimming in a chlorinated pool. *Optom Vis Sci*. 82:134–

137.

Collonge, C. (2010). «Evolution des kératites amibiennes et vulgarisation des lentilles de contact». Mémoire Présenté pour l'obtention de la licence professionnelle. Université Paris-Sud 11.

Coopersmith, L., Weinstock F.J. (1997). Current recommandation and practice regarding soft lens replacement and disinfection – The CLAO Journal, vol 23(3): 172-176.

Coquerel, B. (2013). «L'ophtalmologie à l'officine. Thèse pour l'obtention de diplôme d'état de docteur en pharmacie». U.F.R de médecine et de pharmacie de Rouen.

Costerton, J. W., Montanaro, L., & Arciola, C. R. (2005). Biofilm in Implant Infections: Its Production and Regulation. The International Journal of Artificial Organs, 28(11), 1062–1068.

Cuffaro, L. (2016). «Etude qualitative objective et subjective des lentilles spot dans les pathologies cornéennes». Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthoptie. Université Clermont-Ferrand.

De Gregori, I., Le Blond, E. (2006). Préserver la santé oculaire sous lentilles. Les cahiers d'ophtalmologie ; 106:12-4.

De Nicola, R. (2014). Complications du port de lentilles de contact. Chapitre 9, Ophtalmologie en urgence, 3è Edition, Elsevier Masson ; 309-313.7.

Deeksha, V. T., Ujjwala, N. G. (2014). Microbial contamination of soft contact lenses and accessories in asymptomatic contact lens users. Indian J Med Res. 140(2): 307–309.

Dejaco-Ruhswurm, I., Scholz, U., Hanselmayer, G., Skoprik, C.(2001).Contact lens induced keratitis associated with contact lens wear – Acta Ophthalmologica Scandinavia, 79 : 479-483.

Denis, F., Ploy, M-C., Martin C., et al. (2007). Bactériologie médicale. 2èmeEdition. Ellipses. Paris.573p.

Donlan, R M., Costerton, J W. (2002). Biofilm: survival mechanism of clinically relevant microorganism, Clin Microbiol Rev, 15, 167-193.

Dumbleton, K. (2002). Adverse events with silicone hydrogel continuous wear. Contact Lens Anterior Eye J Br Contact Lens Assoc ; 25 : 137-46.

Durand, D. (2004). L'œil est la zone péri- oculaire : conseil a l'officine. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de Nante.

Dutta, D., Willcox, M. (2013). A Laboratory Assessment of Factors That Affect Bacterial Adhesion to Contact Lenses. Biology, 2(4), 1268–1281.

Dutta, J., Tripathi, S., Dutta, P. K. (2011). Progress in antimicrobial activities of chitin,

- chitosan and its oligosaccharides: a systematic study needs for food applications. *Food Science and Technology International*, 18(1), 3–34.
- Earith, F. (1996).** «Les lentilles souples à renouvellement programmé et les jetables». *Les cahiers d'ophtalmologie ; suppo 10*: 36-3 8.
- Elhers, WH., Donshik, PC. (2008).** Giant papillary conjunctivitis. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*; 8: 445-9.
- Emina, M. O., Idu, F. K. (2011).**Bacteria and parasites in contact lenses of asymptomatic wearers in Nigeria. *Journal of Optometry*, 4(2), 69–74.
- Eze, E., Chenia, H., El Zowalaty, M. (2018).** Acinetobacter baumannii biofilms: effects of physicochemical factors, virulence, antibiotic resistance determinants, gene regulation, and future antimicrobial treatments. *Infection and Drug Resistance*, Volume 11, 2277–2299.
- Fagan, XJ., Jhanji, V., Constantinou, M., Amirul Islam FM., Taylor, HR et Vajpayee, RB. (2012).**Premier diagnostic de contact et gestion des complications liées aux lentilles de contact. *Int ophtalmol. ; 32 (4)*: 321–327.
- Falagas, ME., Karveli, EA., Kelesidis, I., Kelesidis, T. (2007).**Community-acquired Acinetobacter infections. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis Off Publ Eur Soc Clin Microbiol*; 26:857–68.
- Flament, J. (2002).** Annexes, In : FLAMENT J. *Ophtalmologie, pathologie du système visuel*, Masson, Paris,: 317.
- Fleiszig, S. M. J., & Evans, D. J. (2010).** Pathogenesis of Contact Lens-Associated Microbial Keratitis. *Optom Vis Sci*; 87(4): 225–232.
- Fletcher M and Loeb GI. (1979).** Influence of substratum characteristics on the attachment of a marine Pseudomonad to solid surfaces. *Appl Environ Microbiol* 37 (1) : 67-72.
- Fontegnes, S., Chemia M. (2000).** Le guide des défauts visuels et leur correction. *Eddis* : 34-36.
- Foucaud, A. (2012).** Lentilles cornéennes : Choix, contaminations fongiques et amibiennes et conseils à l'officine. Thèse de Doctorat. Université de Limoges Faculté de Pharmacie.
- Gabriel, M. M., McAnally, C., Bartell, J. (2016).**Antimicrobial Efficacy of Multipurpose Disinfecting Solutions in the Presence of Contact Lenses and Lens Cases. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*, 1.
- Gabriel E. (1998b).** L'entretien des lentilles de contact, In : GABRIEL E.. *Guide de contactologie*, Enke, Stuttgart : 262- 272.
- Gad G.M., El-Feky M.A., El-Rehewy M.S., Hassan M.A., Abolella H., El-Baky R.A. (2009).** Detection of icaA, icaD genes and biofilm production by Staphylococcus aureus and

Staphylococcus epidermidis isolated from urinary tract catheterized patients. The Journal of Infection in Developing Countries.3:342-351.

Gardon, B. (1995). Dossier contactologie .l'officiel de la pharmacie, 20 :32-36.

Gazengal, J-M., Orecchioni, A-M. (2013).Le préparateur en pharmacie - Guide théorique et pratique (2e éd.). Paris. Lavoisier.

George, M., Ahearn, D., Pierce, G., Gabriel, M. (2003). Interactions of *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus epidermidis* in adhesion to a hydrogel. Eye Contact Lens 29 (1 Suppl): 105-109.

Ghormley, N.R. (1991). Specific gravity-does it contribute to RPG lens adherence. Int Contact Lens Clin; 18:125-6.

Giraldez, M. J., Resua, C. G., Lira, M., Oliveira, M. E. C. D. R., Magariños, B., Toranzo, A. E., & Yebra-Pimentel, E. (2010b). Contact Lens Hydrophobicity and Roughness Effects on Bacterial Adhesion. Optometry and Vision Science, 1.

Gosset, N. (2016). Prise en charge des affections ophtalmologiques aiguës sans facteur de gravité en soin primaire en France : état des lieux de la prescription d'une l'antibiothérapie locale. Thèse pour de diplôme d'état de docteur en médecine. Université du droit et la sante - lille2.

Green, M., Apel, A., Stapleton, F. (2008). Risk Factors and Causative Organisms in Microbial Keratitis. Cornea, 27(1), 22–27.

Harchali, S. (2013). Les abcès de la cornée chez les porteurs de lentilles de contact. Thèse pour l'obtention du doctorat en médecine. Université Mohamed v. Souissi.

Hart, D.E., Reindel, W., Proskin, H.M., Mowrey-McKee, M.F. (1993). Microbial contamination of hydrophilic contact lenses: quantitation and identification of microorganisms associated with contact lenses while on the eye. Optometry and Visual Science 70, 185–191.

Henriques, M., Sousa, C., Lira M., Elisabete, M., Oliveira, R.,Azeredo, J. (2005). Adhesion of *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus epidermidis* to silicone-hydrogel contact lenses. Optom Vis Sci 82 (6): 446-450.

Hildebrandt, C., Wagner, D., Kohlmann, T., Kramer, A. (2012). In-vitro analysis of the microbicidal activity of 6 contact lens care solutions. BMC Infectious Diseases, 12(1).

Hughes, R., Kilvington, S. (2001). Comparison of Hydrogen Peroxide Contact Lens Disinfection Systems and Solutions against *Acanthamoeba polyphaga*. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 45(7), 2038–2043.

Ibrahim, I A-J., AL-Hadaria, SA., Fayidh, MA. (2008). Bacterial contamination of

contact lenses among some female students and employees of College of Education Ibn AL Haitham, University of Baghdad. *Ibn Al Haitham J pure Appl sci.* 21:9–22.

Joffin, JN., Leyral, G. (2001). Microbiologie technique - Tome 1, Dictionnaire des techniques 3 e éditions. Microbiologie technique.

Jones, L., Powelle, CH. (2013). Uptake and release phenomena in contact lens care by silicone hydrogel. *Eye Contact Lens*; 39:29—36.

Joseph T. Barr., (2006). 20 Years of Contact Lenses. CLS staff. *Contact Lens Spectrum*.

Kalishwaralal, K., BarathManiKanth, S., Pandian, S. R. K., Deepak, V., Gurunathan, S. (2010). Silver nanoparticles impede the biofilm formation by *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus epidermidis*. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 79(2), 340–344.

Kara Terki I., Hassaine H., Bellifa S., M'hamedi I., Lachachi M. (2011). Infection urinaire nosocomiale : Etude prospective dans une unité de réanimation medical a l'ouest Algerien. *Revue de Microbiologie Industrielle Sanitaire et Environnementale* .6(1) : 118-130.

Keay, L., Edwards, K., Naduvilath, T., Taylor, H. R., Snibson, G. R., Forde, K., Stapleton, F. (2006). Microbial Keratitis. *Ophthalmology*, 113(1), 109–116.

Kodjikian, L., Casoli-Bergeron, E., Malet, F., Janin-Manificat, H., Freney, J., Burillon, Colin, J., Steghens, J.-P. (2007). Bacterial adhesion to conventional hydrogel and new silicone-hydrogel contact lens materials. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 246(2), 267–273.

Kodjikian, L., Roques, C., Pellon, G., Renaud, F., Hartmann, D., Freney, J., Burillon, C. (2006). Adhésion bactérienne aux implants intraoculaires et prévention de l'endophtalmie. *J.Fr. Ophtalmol* ; 29, 1: 74-81.

Kovarski, C. (2011). La malvoyance chez l'enfant. Cadre de vie et l'aide techniques. Paris, Lavoisier.

Kramer A, Rudolph P, Werner H-P.(2002), Antimicrobial efficacy of contact lens care products and critical comment on ISO/FDIS 14729-Dev . *Ophtalmol.* Vol 33: 343 – 361.

Laboratoire Chauvin Bausch & Lomb. (2006). Contactologie : les différents types de lentilles. Comprendre pourquoi et comment les entretenir.

Lang, G.K. (2002). Atlas de poche ophtalmologie - Editions Maloine. Chapitre 5 : 121-157.

Larsen S, Smith C, Mathis J, et al. (2002). Comfort differences between multi-purpose solutions. *Cont Lens Spectrum* ; 17:40-43.

Laviolette M et Meunier P mars (2003a). L'entretien des lentilles cornéennes (2e partie). *Québec Pharmacie* ; 50 (3) : 204-7.

- Laviolette M et Meunier P. (2003b).** L'entretien des lentilles cornéennes (1re partie). Québec Pharmacie ; 50 (2) : 100-5.
- Le Henanf, C. (2014).** Ophtalmologie : fiches pratiques de délivrance et de conseil. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie .Université de Nantes.
- Liaqat, I., Saleem, Q.-A., Tahir, H. M., Arshad, M., Arshad, N. (2018).** Identification of virulence factors in contact lens associated bacteria: A physiological approach. Contact Lens and Anterior Eye.
- Lievens, C., Cilimberg, K., Moore, A. (2017).** Contact lens care tips for patients: an optometrist's perspective. Clinical Optometry, Volume 9, 113–121.
- Lipener, C., Nagoya, FR, Zamboni, FJ., Lewinski, R., Kwitko S., Uras, R. (1995).** Bacterial contamination in soft contact lens wearers. CLAO J. 21:122–4.
- Lorie, C., Camille, R. (2011).** « La basse vision et les lentilles sclérales». Diplôme universitaire de basse vision. Université Claude Bernard Lyon 1.
- Lureau-Cornuot, M-A. (2011).** « Lentilles souples hydrophiles, de la manipulation aux risques infectieux ». Revue francophone d'optique ; 4 :64–69.
- M'Hamedi, Imane. (2015).** Evaluation de la formation de biofilms des souches d'*Acinetobacter baumannii* isolées de dispositifs médicaux au CHU de Tlemcen. Thèse pour l'obtention du diplôme de doctorat en Biologie. Université Aboubeker Belkaid Tlemcen.
- Mahmoudi, I. (2017).** Kératite bactérienne sous lentille de contact. Thèse pour l'obtention du doctorat en pharmacie. Université Mohamed v. Rabat.
- Maissa, C. (2012).** Matériaux. In Contactologie deuxième édition, 185-219. Barthélémy B., Thiébaud T. (coordonnateurs). Tec &doc, Lavoisier, Paris.
- Malet, F. (2009).** les lentilles de contact. Société française d'ophtalmologie. Paris : Elsevier Masson.
- Malet, F., Peyre, C. (2002).** « Correction des amétropies par lentilles de contact ». Paris : Elsevier Masson. (EMC Ophtalmologie, 21-070-B-10).
- Marshall, KC., Cruickshank, RH. (1973).** Cell surface hydrophobicity and the orientation of certain bacteria at interfaces. Arch Microbiol 91 (1): 29-40.
- Mathur T., Singhal S., Khan S., Upadhyay DJ., Fatma T., Rattan A. (2006).** Detection of biofilm formation among the clinical isolates of staphylococci: an evaluation of three different screening methods. Indian Journal of Medical Microbiology. 24:25-29.
- McEldowney, S., Fletcher M. (1986).** Variability of the influence of physicochemical factors affecting bacterial adhesion to polystyrene substrata. Appl. Environ. Microbiol. 52: 460–465.

- Mela, EK., Giannelou, IP., Koliopoulos, JX., Gartaganis, SP.(2003).** Lentilles de contact oculaire. 29 (4) : 207-9.
- Mély, R. (2009).** Lentilles thérapeutiques. In Les lentilles de contact, 661-670. Mallet F., George M.-N., Vayr F. (éditeurs). Elsevier Masson SAS, Issy-les-Moulineaux.
- Miller, MJ ., Callahan, DE ., McGrath, D ., Manchester, R ., Norton, SE. (2001).** Efficacité de désinfection des solutions d'entretien des lentilles de contact contre les agents pathogènes oculaires. Le Journal de la CLAO, 27 (1) : 16-2.
- Mohammadinia, M., Rahmani, S., Eslami, G., Ghassemi-Broumand, M., Aghazadh Amiri, M., Aghaie, G., Tabatabaee, SM., Taheri,S., Behgozin, A. (2011).**Contact lens disinfecting solutions antibacterial efficacy: comparison between clinical isolates and the standard ISO ATCC strains of *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus*. Eye, 26(2), 327–330.
- Mohammadpour, M., Mohajernejhadfard,, Z., Khodabande,A., Vahedi, P. (2011).** Antibiotic susceptibility patterns of pseudomonas corneal ulcers in contact lens wearers. Middle East African Journal of Ophthalmology, 18(3), 228.
- Morgan, P. B. (2018).** Soft Lens Care Systems. Contact Lens Practice, 103–112.
- Morgan, PB, Efron, N, Hill, EA, Raynor, MK, Whiting, MA. (2005),** AB Tullo Br J Ophthalmol; 89 (4): 430-6.
- Morgan, PB., Efron, N., Toshida, H., Nichols, J. (2011).** An international analysis of contact lens compliance. Contact Lens &Anterior Eye; 34; 223-8
- Mowrey-McKee, M.F., Sampson, H.J., Proskin, H.M. (1992).** Microbial contamination of hydrophilic contact lenses. Part II: Quantitation of microbes after patient handling and after aseptic removal from the eye. CLAO Journal 18, 240–244.
- Musk, D.J., Banko, D.A., Hergenrother, P.J. (2005).** Iron Salts Perturb Biofilm Formation and Disrupt Existing Biofilms of *Pseudomonas aeruginosa*. Chemistry & Biology; 12: 789–796.
- Ng, JK., Fraunfelder, FW., Winthrop, KL. (2013).** Examen et mise à jour de l'épidémiologie, de la présentation clinique, du diagnostic et du traitement de la kératite fongique. Curr Fungal Infect Rep; 7: 293–300.
- Ondriska, F., Mrva, M., Lichvar, M., Ziak, P., Murgasova, Z., Nohynkova, E. (2004).** First cases of *Acanthamoeba keratitis* in Slovakia. Ann Agric Environ Med; 11: 335-41.
- Otri, A. M., Fares, U., Al-Aqaba, M. A., Miri, A., Faraj, L. A., Said, D. G., Dua, H. S. (2012).** Profile of sight-threatening infectious keratitis: a prospective study. Acta Ophthalmologica, 91(7), 643–651.

- Partt-Terpstra, I.H., Weerkamp, A.H. , Busscher, H.J. (1988).** On a relation between interfacial free energy dependent and non – interfacial free energy dependent adherence of oral streptococci to solid substrata. *Curr. Microbiol.* 16: 311 – 313.
- Pascolini, D., Mariotti SP. (2012).** Estimations mondiales des déficiences visuelles : 2010. *Br J Ophthalmol* ; 96 : 614–8.
- Pavon-Djavid, G., Héлары, G., Migonney, V. (2005).**«Les biomatériaux inhibiteurs de l’adhérence et de la prolifération bactérienne : un enjeu pour la prévention des infections sur matériel prothétique ». *ITBM-RBM*, 26(3), 183–191.
- Pouzaud F. (1998).** Contactologie : les produits lentilles. *Le moniteur*, 2276, 12-22.
- Pouzaud, F. (2001).** La contactologie. *Monit. Pharm.Lab*, n° 2385, Cahier 2.
- Pringle, JH., Fletcher, M. (1986). Influence of substratum hydration and adsorbed macromolecules on bacterial attachment to surfaces. *Appl Environ Microbiol* 51 (6) : 1321-1325.
- Racha A. N., Abu Shady H.M., Hussein H.S. (2012).**Biofilm formation and presence of icaAD gene in clinical isolates of staphylococci. *Egyptian Journal of Medica. Human and Genetic* .13: 269–274.
- Ramachandran, L., Janakiraman, D., Sharma S., Rao, GN (1997).** Effet du temps et du lavage sur l'adhésion d’Acanthamoeba aux lentilles de contact jetables en hydrogel à port prolongé. *CLAO J* ; 23 : 113-116.
- Rapport de la SFO (2009).** Les lentilles de contact.
- Robertson, DM, Cavanagh, HD. (2011).** Non-compliance with contact lens wear and care practices: a comparative analysis. *Optom Vis Sci* 88:1402–1408.
- Rodríguez Baño J., Marti S., Soto S., Fernández Cuenca F., Cisneros JM., Pachón J., Vila J. (2008).** Biofilm formation in *Acinetobacter baumannii*: associated features and clinical implications. *Clinical microbiology and infection journal*.14: 276-278.
- Rosenthal, RA., Bell, WM., Abshire, R. (1999).** Disinfecting action of a new multipurpose disinfection solution for contact lenses. *Cont Lens Anterior Eye* ; 22:104-109.
- Roth D H-W. (2005).** Complications des lentilles de contact : étiologie, pathogénie, prévention, thérapie. Masson. Paris.
- Sankaridurg, PR., Sharma, S., Willcox, M et al. (2000).** Bacterial colonization of disposable soft contact lenses is greater during corneal infiltrative events than during asymptomatic extended lens wear. *J Clin Microbiol*; 38: 4420-4.
- Santodomingo-Rubido, J., Mori, O., Kawaminami, S. (2006).** Cytotoxicity and antimicrobial activity of six multipurpose soft contact lens disinfecting solutions1.

Ophthalmic and Physiological Optics, 26(5), 476–482.

Santos, L., Rodrigues, D., Lira, M., Oliveira, M., Oliveira, R., Vilar, E., Azeredo J. (2007). The influence of surface treatment on hydrophobicity, protein adsorption and microbial colonization of silicone hydrogel contact lenses. *Cont Lens Anterior Eye* 30 (3): 183-188.

Sarver, MD., Baggett., DA, Harris ,MG., Louie, K. (1981). Corneal edema with hydrogel lenses and eye closure: effect of oxygen transmissibility. *Am J Optom Physiol Opt* ; 58 : 386-92.

Saven, E. (2003). «Port de lentille de contact et kératites d'origine infectieuse : 14 cas diagnostic au CHU de Nantes de Juin 2001 à Décembre 2003» .thèse pour l'obtention de diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université du Nantes. En français.

Schaefer, F., Bruttin, O., Zografos, L., Guex-Crosier, Y. (2001). Bacterial keratitis: a prospective clinical and microbiological study. *Br J Ophthalmol* ; 85:842- 7.Prise en charge d'une kératite bactérienne 139.

Schalk, O. (2017). La contactologie à l'officine : complications liées au port des lentilles de contact et modalités d'entretien. Thèse pour obtenir le Diplôme d'État de Docteur en Pharmacie. Université de lorraine.

Shoff, M. E., C. E. Joslin, E. Y. Tu, L. Kubatko, and P. A. Fuerst. (2008). Efficacy of contact lens systems against recent clinical and tap water *Acanthamoeba* isolates. *Cornea* 27:713-719.

Sjollema, J., Van der Mei, H.C., Wugen H.M. et Busscher H.J. (1990). The influence of collector and bacterial cell surface properties on the deposition of oral streptococci in a parallel plate flow cell. *J. Adhesion. Sci. Technol.*, 4, 765- 777.

Slassi, N. (2013). Place actuelle des lentilles de contact dans le traitement du kératocône (à propos de 307 cas). Thèse pour l'obtention du doctorat en médecine. Université Mohamed Ben Abdellah. Fes.

Stapleton F., Dart J. (1995). Pseudomonas keratitis associated with biofilm formation on a disposable soft contact lens. *Br. J. Ophthalmol.* 79 : 864–865.

Stapleton, F., Keay, L., Edwards, K., Naduvilath, T., Dart, J. K. G., Brian, G., & Holden, B. A. (2008). The Incidence of Contact Lens–Related Microbial Keratitis in Australia. *Ophthalmology*, 115(10), 1655–1662.

Stapleton, F., Keay, L., Jalbert, I. (2007), *Cole N Optom Vis Sci.* ; 84 (4) : 257-72.

Subirana, X. (2001). Les produits d'entretien pour lentilles de contact - Les cahiers d'ophtalmologie : 64-75.

- Syffoc, D., Sofres, S. (2002).** Le marché de la contactologie statistique.
- Szczotka-Flynn LB, Bajaksouzian S, Jacobs MR, et al. (2009).** Risk factors for contact lens bacterial contamination during continuous wear. *Optom Vis Sci.* ; 86:1216–1226.
- Szczotka-Flynn, L. B., Pearlman, E., Ghannoum, M. (2010).** Microbial Contamination of Contact Lenses, Lens Care Solutions, and Their Accessories: A Literature Review. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*, 36(2), 116–129.
- Thomas, PA., Kaliamurthy, J. (2013).** Kératite mycotique : épidémiologie, diagnostic et prise en charge. *Clin Microbiol Infect* ; 19: 210-220.
- Thomas, PA., Kaliamurthy, J. (2013).** Kératite mycotique : épidémiologie, diagnostic et prise en charge. *Clin Microbiol Infect*; 19: 210-220.
- Tighe B. (1999).** Silicone hydrogels: what are they and how should they be used in everyday practice? *Optician*; 218:31–2.
- Townsend, W. (2010).** When the problem is not infectious. *Review of Cornea & Contact Lenses*, 13-21.
- Tracanelli, M. (2007).** ophtalmologie et contactologie à l'officine .thèse pour l'obtention du titre de docteur en pharmacie. Université Joseph Fourier.
- Treter, J., Macedo, AJ. Catheters (2011).** A suitable surface for biofilm formation. In Méndez-Vilas A. ed. *Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances*. Spain: Formatex Research Center. pp. 835-842.
- Vaudaux, P., Yasuda, H., Velazco, MI., Huggler, E., Ratti, I., Waldvogel, FA, et al. (1990).** Role of host and bacterial factors in modulating staphylococcal adhesion to implanted polymer surfaces. *J Biomater Appl*; 5(2): 134–53.
- Venkata, N., Sharma, S., Gora R., Chhabra, R., Aasuri, M. K. (2002).** Clinical presentation of microbial keratitis with daily wear frequent-replacement hydrogel lenses: a case series - *The CLAO Journal*, 28(3): 165-168.
- Vermeltoort, PB., Hooymans, JM., Busscher, HJ., et al. (2008).** Bacterial transmission from lens storage cases to contact lenses-Effects of lens care solutions and silver impregnation of cases. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*.
- Whitcher, JP., Srinivasan, M. (2001).** Député d'Upadhyay. Cécité cornéenne : une perspective globale. *Bull World Organe de la santé*; 79: 214-21.
- Whitcher, JP., Srinivasan, M., Upadhyay MP. (2003).** Microbial keratitis. In: Johnson GJ, Minassian DC, Weale RA, West SK, editors. *The epidemiology of eye diseases*. 2nd ed. London: Arnold. pp. 190–5.
- Willcox MD. (2013a).** Microbial adhesion to silicone hydrogel lenses: a review. *Eye*

Contact Lens. 39:61–66.

Willcox, M. D. P. (2013b). Microbial Adhesion to Silicone Hydrogel Lenses. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*, 39(1), 60–65.

Willcox, M. D. P., Zhu, H., Vijay, A. K. (2012). Effect of a Warming Device on Contact Lens Case Contamination. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*, 38(6), 394–399.

Wilson LA, Sawant AD, Ahern DG. (1991). Comparative efficacies of soft contact lens disinfectant solutions against microbial films in lens cases. *Arch Ophthalmol*; 109: 1155-7.

Wu Y.T, Zhu H, Willcox M, Stapleton F. (2010). Removal of Biofilm from Contact Lens Storage Cases; 51: 6329 – 6333.

Xu, K.D., Gordon, A. McFeters., Philip, S. (2000). Stewart biofilm resistance to antimicrobial agents. *Microbiology*; 146, 547–549.

Yung, MS., Boost, M., Cho, P., Yap, M. (2007). Microbial contamination of contact lenses and lens care accessories of soft contact lens wearers (university students) in Hong Kong. *Ophthalmic Physiol Opt.* 27:11–21.

Zhong, X., Liu, H., Pu, A., Xia, X., Zhou, X. (2007). M cells are involved in pathogenesis of human contact lens-associated giant papillary conjunctivitis. *Arch Immunol Ther Exp (Warsz)*. Jun; 55(3):173–7.

Zimmerman, A. B., Richdale, K., Mitchell, G. L., Kinoshita, B. T., Lam, D. Y., Wagner, H. Yoder, J. S. (2017). Water Exposure is a Common Risk Behavior among Soft and Gas-Permeable Contact Lens Wearers. *Cornea*, 36(8), 995–1001.

Zimmerman, A. B., Alex, D. N., Erin, M R. (2016). Kératite microbienne associée aux lentilles de contact : considérations pratiques pour l'optométriste. *Clin Optom (Auckl)* ; 8: 1–12.

Annexe 1 : Caractérisation des souches isolées des lentilles de contact.

Souche	Durée de port	Le sexe	L'âge	Port prolongé	Type de lentille	Formation de biofilm
AB1	9 mois	Femme	27 ans	oui	souples	Fort
AB2	12 mois	Homme	37 ans	oui	souples	Fort
AB3	6 mois	Homme	56 ans	non	souples	modéré
AB4	6 mois	Homme	42 ans	oui	souples	Fort
AB5	3 mois	Femme	59 ans	non	souples	Faible
PF6	10 mois	Fille	14 ans	oui	souples	Fort
PF7	12 mois	Femme	34 ans	non	souples	Modéré
PF8	12 mois	Femme	34 ans	non	souples	Modéré
PF9	12 mois	Femme	34 ans	non	souples	Faible
PF10	12 mois	Femme	34 ans	non	souples	Modéré
PF11	6 mois	Homme	47 ans	non	souples	Faible
PF12	6 mois	Homme	47 ans	non	souples	Fort

AB : *Acinetobacter baumannii*

PF : *Pseudomonas fluorescens*.

Annexe 2 : Test de Duncan ; variable **Adhésion** Probabilités Approximatives des Tests Post Hoc Erreur : MC Inter = 3004E7, dl = 12,000

	Traitement	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
1	ASH		0,000038	0,000172	0,000172	0,000066	0,000095
2	ASH (AS)	0,000038		0,923397	0,000032	0,997166	0,938498
3	ASH (R)	0,000172	0,923397		0,000095	0,922684	0,980598
4	AH	0,000172	0,000032	0,000095		0,000038	0,000066
5	AH (AS)	0,000066	0,997166	0,922684	0,000038		0,937604
6	AH (R)	0,000095	0,938498	0,980598	0,000066	0,937604	

ASH : adhésion silicone hydrogel, AH : adhésion hydrogel, AS : AQUA Soft, R : Renu.

Annexe 3 : Gélose Mac Conkey.

- Peptone pancréatique de gélatine 17,0 g.

- Tryptone 1,5 g.
- Peptone pepsique de viande 1,5 g.
- Lactose 10,0 g.
- Sels biliaires 1,5 g.
- Chlorure de sodium 5,0 g.
- Rouge neutre 30,0 mg.
- Cristal violet 1,0 mg.
- Agar agar bactériologique 13,5 g.
- pH du milieu prêt-à- l'emploi à 25°C : $7,1 \pm 0,2$.

Annexe 4 : Bouillon nutritif.

- Peptone 20g.
- NaCl 5g.
- Glucose 10g.

Annexe 5: Chapman mannitol

Peptone 10 g.

Extrait de viande de bœuf 1g.

Chlorure de sodium 75 g.

Mannitol 10 g.

Rouge de phénol 0.025 g.

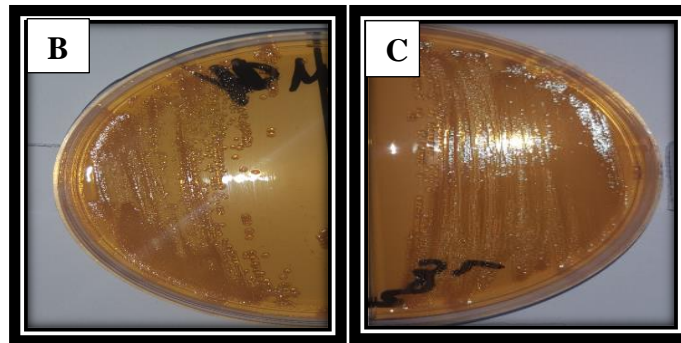
Agar 15 g.

PH final : 7.4 ± 0.2 .

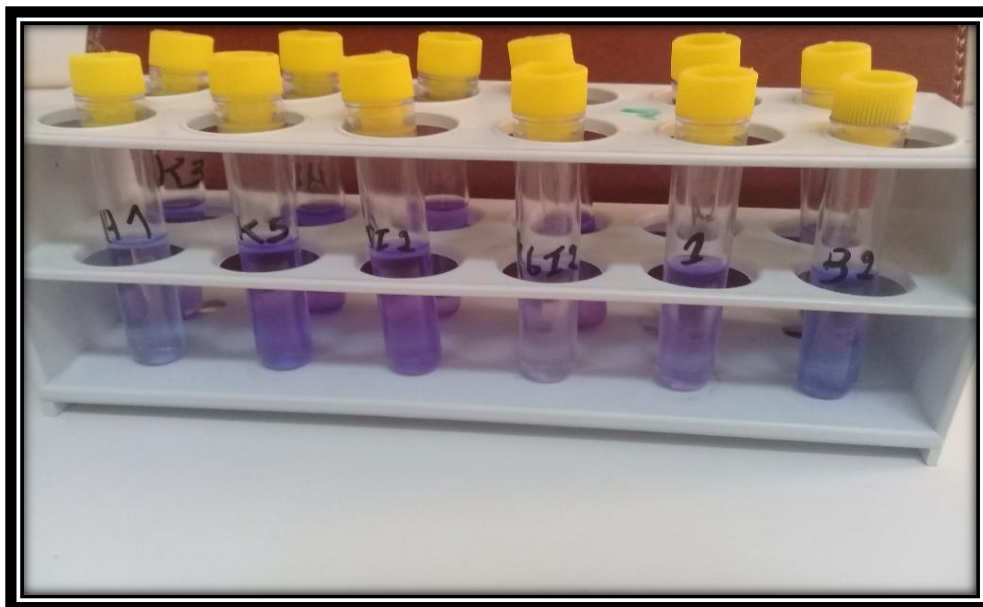
Annexe 6 : Photos représentative des souches isolées de lentille de contact sur milieu maconky.

B : *Acinetobacter baumannii*

C : *Pseudomonas fluorescens*



Annexe 7 : Dépistage de la production du biofilm par la méthode TCP.



ملخص

العدسات اللاصقة هي أجهزة بصرية لتصحيح العديد من الاضطرابات البصرية. إدراج هذه الأجهزة يمكن أن يؤثر على فسيولوجية العين ويسبب العديد من المضاعفات المعدية، هذه الاخيرة هي بسبب التصاق الكائنات الحية الدقيقة على سطح العدسات اللاصقة. الغرض من هذه الدراسة هو اختبار تأثير منتجات الحفظ والمواد الحيوية التي تشكل العدسات اللاصقة على الاستعمار. تم الحصول على مجموعة تتكون من 12 جرثومة سالبة الجرام من العدسات اللاصقة للمتطوعين تشمل 7 عزلات من *Pseudomonas fluorescens* و 5 عزلات من *Acinetobacter baumannii*. جميع العزلات لديها القدرة على تكوين شريط حيوي. يكشف اختبار الالتصاق أن السلالة المختبرة تبدو ملتصقة بعدسات هيدروجيل أكثر من عدسات هيدروجيل السيليكون، أظهرت لنا هذه الدراسة أن *Aquasoft*® أكثر فعالية من *ReNu multiPlus*®. الكلمات المفتاحية: العدسات اللاصقة، الاستعمار، منتجات الحفظ.

Abstract

Contact lenses are optical devices to correct several visual aberrations. The insertion of these devices can influence the ocular physiology and trigger several infectious complication. These are the cause of adhesion of microorganisms to the surface of contact lenses. The purpose of this study is to test the effect of maintenance products and biomaterials constituting contact lenses on colonization. A total of 12 gram negative germs were obtained from contact lenses of the volunteer carriers include 7 isolates of *Pseudomonas fluorescence* and 5 isolates of *Acinetobacter baumannii*. All isolates had the ability to form a biofilm. The adhesion test reveals that the strain tested appears to be adhered to the hydrogel lenses than to the silicone hydrogel lenses. This study showed us that *Aquasoft*® is more effective than *ReNu MultiPlus*®.

Key words: contact lens, colonization, cleaning product

Résumé

Les lentilles de contact sont des dispositifs optiques permettent de corriger plusieurs aberrations visuels. L'insertion de ces dispositifs peut influencer la physiologie oculaire et déclencher plusieurs complications infectieuses. Ces derniers sont à l'origine d'adhésion des microorganismes à la surface des lentilles de contact. Le but de cette étude est de tester l'effet des produits d'entretien et des biomatériaux constitutifs des lentilles de contact sur la colonisation. Un total de 12 germes Gram négatif ont été obtenu des lentilles de contact des porteurs volontaires comprennent 7 isolats de *Pseudomonas fluorescence* et 5 isolats d'*Acinetobacter baumannii*. L'ensemble des isolats avait la capacité de former un biofilm. Le test d'adhésion à révéler que la souche testée semble adhéré aux lentilles en hydrogel qu'aux lentilles en silicone hydrogel. Cette étude nous a permis de constater que le produit *Aquasoft*® est plus efficace que *ReNu multiPlus*®.

Mot clés : lentille de contact, colonisation, produit d'entretien.