

N° d'ordre :

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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE CHIMIE



DOMAINE: SCIENCES DE LA MATIÈRE
FILIÈRE: CHIMIE

MÉMOIRE DE MASTER

SPÉCIALITÉ: *CHIMIE PHARMACEUTIQUE*

THÈME

Étude de l'efficacité des gels hydroalcooliques en fonction de
leurs formules de préparation

Présenté par : M^{elle} LOTMANI Nassima et M^{elle} SEMANI Kamelia

Soutenu le 11/10/2021, devant le jury composé de:

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>	<i>Affiliation</i>	<i>Qualité</i>
BELMAHDI Lila	MAA	UMMTO	Président
KHALDI Nassima	MAA	UMMTO	Encadreur
FEDOUL Samia	Ingénieur	Labo Liza Pharm	Co-Encadreur
CHAOUADI Hiba	MAA	UMMTO	Examineur

Session 2020/2021

Remerciements

Toute notre reconnaissance indéfectible va au grand Dieu, miséricordieux tout puissant, pour nous avoir donné la santé, le courage, la force, la patience et la persévérance d'aller jusqu'au bout de ce travail de recherche ayant duré près de six mois.

Nous tenons à adresser nos plus sincères et profonds remerciements à notre promotrice M^{me} KHALDI Nassima nous ayant donné l'opportunité de bénéficier de son encadrement. Sa façon exceptionnelle à entreprendre les choses, sa gentillesse, sagesse, ainsi que sa rigueur, ayant su jouer le tournant dans le fondement de ce travail notamment par des conseils en or, témoignent d'un professeur aux qualités uniques imposant respect et admiration. Que ce modeste travail puisse honorer son engagement à tirer le meilleur de nous, et qu'elle y trouve le témoignage de notre gratitude et admiration les plus inconditionnelles. Notre gratitude va par ailleurs vers notre co-promotrice M^{elle} FEDOUL Samia, nous ayant grand ouvert les portes de son entreprise, nous donnant ainsi l'incalculable chance d'accomplir ce travail. Ses suggestions et conseils précieux nous ont été d'un incalculable support.

Nous remercions nos encadreurs de nous avoir guidé avec patience, d'avoir été disponible et à l'écoute de nos préoccupations, et d'avoir ainsi consacré de l'énergie et du temps le nécessaire pour la réalisation de ce mémoire. Merci infiniment pour tout.

Nos vifs remerciements vont aussi exceptionnellement vers les membres du jury dont la présidente M^{me} BELMEHDI Lila et l'examinatrice M^{me} CHAOUADI Hiba pour avoir accepté de nous lire et d'évaluer notre travail en cette période de pandémie. Qu'elles trouvent ici nos plus sincères et profondes reconnaissances.

Nos remerciements vont aux membres de l'équipe des laboratoires chimie pharmaceutique et chimie physique, en particulier M^{me} BELKADI Sabah, au directeur de l'unité de recherche matériaux, procédés et environnement (URMP) de l'UMBB Pr BENMOUNAH Abdelbaki, ainsi qu'au responsable du laboratoire du contrôle qualité OVOLAB, pour leur accueil chaleureux, leurs aides à réaliser les différents contrôles et tests, ainsi que pour avoir mis à notre disposition tout le matériel nécessaire.

Au final, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude au corps enseignant et administratif du département des sciences de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou. Nous remercions vivement tous les enseignants rencontrés au cours de nos années d'études, pour les connaissances et le savoir qu'ils nous ont transmis, ainsi qu'à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents. Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur.

L'homme de ma vie, mon exemple, mon soutien, et ma source de bonheur et d'énergie, mon père que Dieu le garde pour moi.

Le soleil de ma vie ma mère que j'aime trop.

À mon cher frère pour tous ses sacrifices durant mon chemin d'études, tu es ma boule d'amour et mon plus précieux.

À mes chères moitiés « équipe sardine » Amel "Ami Rabah", Sihem, Damia, Fazia "Bahmadou", Samira que j'estime trop... Vous étiez les traits de mes journées, rien ne signifie mon amour vers vous. Sans oublier une personne très précieuse pour moi. Merci infiniment.

À ma binôme et sa sœur pour leur soutien et encouragement.

À ma famille ainsi qu'à tous mes proches.

Nassima

Dédicaces

À la mémoire de mon père ... Mon très cher père, mon exemple de vie, abri de mes peurs, force de mon esprit ... la petite fillette d'autrefois a grandi papa ... petite fille de 8 ans pleine de rêves et d'ambitions tu m'as laissé, aujourd'hui peine à retracer les traits de ton beau visage qui s'estompent, même de trop, de sa mémoire, toutefois, sans pour autant pouvoir atténuer même de peu le courage qu'elle inspire de toi, ainsi que le grand amour et l'admiration qu'elle te garde dans son cœur depuis toujours. Me voilà, me voilà papa après tant d'années de séparation, après tant d'années de persévérance, et malgré toutes les mélodies de chagrin et de nostalgie sur lesquels la vie m'a fait valser depuis ta disparition, me voilà tenir ma promesse. Une promesse quoique posthume, toute ma vie lui était cependant dévouée au seul but d'honorer ta galère, tes peines, tes sacrifices pour nous depuis toujours, au seul but de scintiller ton nom jusqu'aux plus hauts des cieux. Je pleure toujours un bosom que ne serait-ce qu'une dernière fois je ne pourrai retrouver, une dernière fois juste pour te dire à haute voix à quel point je suis fière d'être une partie de toi, j'espère que là où tu es tu l'es aussi, que Dieu tout puissant ne te prive de sa miséricorde, de sa merci. C'est ainsi papa que se termine un chapitre de ma vie, ce modeste travail, à travers ces quelques lignes, alors je te dédie.

Pour toi mère, bijoux de ma vie, lune de mes nuits, source de ma force, inspiration de mes envies, tu étais là pour moi dans les plus faibles de mes soupirs, là où personne n'était, là où personne ne pouvait m'aider, mes peines trouvaient remède entre tes bras, mes plaies disparaissent au son de ta voix. L'être qui m'est le plus cher, mon paradis, la personne devant laquelle tous les mots de l'univers perdent appui ; maman, pardonne-moi tes malheurs et soucis, je ne pourrai jamais te remercier assez pour tous tes efforts, tous tes sacrifices, toutes tes prières pour moi au bruit du silence pendant tant de nuits. Et puisque ta joie est attachée à celle de tes enfants, maman, ce mémoire t'est amplement dédié, car je sais que c'est dans mon succès que tu trouveras bonheur. Que Dieu puisse souffler guérison en ton âme, te protège et te garde pour moi.

Papa, maman, merci d'avoir toujours été là, car même quand parfois vous ne l'étiez pas de corps, vous l'étiez et vous l'êtes toujours d'âme, merci d'être mes parents, merci d'avoir fait de moi la personne que je suis aujourd'hui, qui, sans vous je n'aurai su l'être. J'espère que vous êtes fières de moi, c'est de vous que j'inspire le courage, c'est à vous que je dois ma réussite et c'est à vous que je la dédie, je ne vous serai jamais assez redevable.

Mes dédicaces vont de tout cœur à ceux qui ont fait ma force, à ma famille. À mes très chères sœurs, kahina et Farida qui ont beaucoup galéré avec moi pendant tous les hauts et les bas qui ont marqué toute la période de préparation de ce travail, et qui m'étaient d'un soutien incroyablement indescriptible. À ma chère sœur Saliha. À mon très cher frère Karim qui a toujours été là à mes cotés, et qui n'a épargné aucun effort ni manqué aucun de mes cris de détresse, que Dieu le protège et lui garde santé et bonheur.

À mon précieux neveu Aghiles, et mes précieuses jolies nièces Emily et Sarah, source de mon bonheur, que Dieu vous garde le meilleur. C'est dans vos sourires jouissants que j'ai trouvé foi.

À mes très chères amies de toujours, Nouria, Tassadit, Hindia, Nabila, Farah, Kahina, Meriem, Lila, Hassina, Hania, votre soutien m'était d'un tout autre genre d'appui, d'un tout autre genre de puissance ... Merci d'avoir été là, merci de l'être toujours. À cette personne unique qui compte énormément pour moi, qui n'a pas manqué l'occasion de me soutenir et de m'épauler au cours de ce long chemin, en m'apportant aide indéfectible de n'importe qu'elle manière qui soit, et qui a toujours été présente dans les meilleurs comme dans les pires moments. Une personne précieuse qui a su m'arracher de justesse d'un inévitable drame, laquelle je ne remercierai jamais assez, et pour qui je serai toujours reconnaissante, merci infiniment Ghiles.

Une spéciale dédicace pour ma binôme qui était très coopérante, et qui m'était d'un précieux soutien.

Au final, mes dédicaces vont vers tous ceux que j'ai manqué de citer, vers tous ceux qui me sont chers, et qui ne font plus partie de ce monde, dont mon frère Farid : Merci ... Merci pour tout, ce modeste travail c'est à vous que je le dédie.

Kamelia

Sommaire

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Glossaire	
Introduction générale.....	..1
Chapitre I : Synthèse bibliographique	
1. Germes présents dans les mains.....	..4
1.1. Présentation .....	..4
1.2. Typologie .....	..4
1.2.1. Flore transitoire .....	..5
1.2.2. Flore résidente .....	..5
2. Hygiène des mains .....	..6
2.1. Moyens et techniques de lavage des mains .....	..6
2.1.1. Moyens de lavage des mains .....	..6
a. Utilisation d'eau et de savon .....	..7
b. Utilisation d'un produit hydroalcoolique.....	..7
2.1.2. Techniques de lavage des mains.....	..7
2.2. Types de lavages des mains .....	..8
2.2.1. Lavage simple.....	..8
2.2.2. Lavage antiseptique .....	..9
2.2.3. Lavage chirurgical .....	..9
3. Produits hydroalcooliques	10
3.1. Définition	10
3.2. Formes de produits hydroalcooliques	10
3.2.1. Solutions hydroalcooliques	10
3.2.2. Mousses d'alcool	11
3.2.3. Lingettes alcoolisées.....	12

Sommaire

3.2.4. Gels hydroalcooliques	12
4. Gels hydroalcooliques	13
4.1. Présentation	13
4.2. Composition	13
4.2.1. Principe actif.....	13
a. Définition	14
b. Rôle des alcools	14
c. Efficacité des alcools	14
d. Types d'alcools utilisés.....	14
d.1. Éthanol	15
d.2. Méthanol	16
4.2.2. Agent gélifiant	16
a. Définition	17
b. Rôle.....	17
c. Types d'agents gélifiants utilisés	17
c.1. Carbomère	18
c.2. Amidon.....	18
4.2.3. Base de neutralisation.....	18
4.2.4. Agent émollient	19
4.2.5. Eau	20
4.2.6. Additifs	20
a. Huiles essentielles	20
b. Vitamines	21
c. Colorant	21
d. Parfums et senteurs	21
4.3. Utilisation des gels hydroalcooliques.....	21

Sommaire

4.4. Efficacité des gels hydroalcooliques	23
4.5. Avantages des gels hydroalcooliques.....	24
4.6. Inconvénients des gels hydroalcooliques	24

Chapitre II : Matériels et méthodes

1. L'organisme d'accueil Liza Pharm laboratoire	27
1.1. Présentation	27
1.2. Principaux produits fabriqués et commercialisés par la société Liza Pharm	28
2. Matériels.....	28
2.1. Matières premières	28
2.2. Verrerie et équipement	28
3. Méthodes	29
3.1. Préparation des gels hydroalcooliques	30
3.1.1. Formule 1.....	31
3.1.2. Formule 2.....	31
3.1.3. Formule 3.....	32
3.1.4. Formule 4.....	32
3.1.5. Formule 5.....	32
3.2. Contrôle qualité	32
3.2.1. Contrôle physico-chimique	33
a. Mesure de densité.....	33
b. Mesure du potentiel d'hydrogène pH	33
3.2.2. Contrôle organoleptique	34
3.2.3. Test d'homogénéité	34
3.2.4. Étude rhéologique.....	35
3.2.5. Contrôle de l'activité antimicrobienne des GHAs.....	36
a. Activité antibactérienne des GHAs.....	36

Sommaire

b. Activité antifongique des GHAs.....	37
c. Activité antibactérienne et antifongique de l'éthanol 70°.....	37

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Préparation des gels hydroalcooliques.....	39
2. Contrôle qualité.....	39
2.1. Contrôle physico-chimique.....	40
2.1.1. Mesure de densité.....	40
2.1.2. Mesure du potentiel d'hydrogène pH.....	40
2.2. Contrôle organoleptique.....	41
2.3. Test d'homogénéité.....	41
2.4. Étude rhéologique.....	42
2.5. Contrôle de l'activité antimicrobienne des GHAs.....	45
2.5.1. Contrôle de l'activité antibactérienne des GHAs.....	45
2.5.2. Contrôle de l'activité antifongique des GHAs.....	48
2.5.3. Contrôle de l'activité antibactérienne et antifongique de l'éthanol 70°.....	50
3. Discussion.....	51
Conclusion générale.....	55

Références bibliographiques

Annexes

Liste des Abréviations

CCLIN : Centre de coordination de la lutte contre les infections nosocomiales

CDC : Centers for disease control

CTIN : Comité technique des infections nosocomiales

GHA : Gel hydroalcoolique

H1N1 : Grippe porcine

HE : Huile essentielle

LM : Levures et moisissures

M.H : Mueller-Hinton

OMS : Organisation mondiale de la santé

Pa/s : Pascal/seconde

PDG : Président directeur général

pH : Potentiel d'hydrogène

PHA : Produit hydroalcoolique

SARM : Staphylococcus aureus résistant à la métiline

secs : Secondes

SHA : Solution hydroalcoolique

SRAS : Syndrome respiratoire aigu sévère

TEA : Triéthylamine

UFC : Unité Formatrice de Colonie

Liste des figures

Figure 1 : Vue microscopique de la flore transitoire.....	5
Figure 2 : Vue microscopique de la flore résidente	5
Figure 3 : Solution hydroalcoolique.....	10
Figure 4 : Mousse d'alcool.....	11
Figure 5 : Lingettes alcoolisées.....	12
Figure 6 : Gel hydroalcoolique	12
Figure 7 : Carbopol 990	18
Figure 8 : Amidon	18
Figure 9 : La TEA	19
Figure 10 : Glycérine	19
Figure 11 : Huiles essentielles.....	20
Figure 12 : Alcoomètre	30
Figure 13 : Plaque chauffante et agitateur magnétique.....	31
Figure 14 : pH mètre	33
Figure 15 : Microscope optique	34
Figure 16 : Rhéomètre.....	36
Figure 17 : Consistance de gel pour les formules 1, 2, 3 et 5	39
Figure 18 : Consistance liquide pour la formule 4.....	39
Figure 19 : Vue sous microscope du GHA éthanol 70°	42
Figure 20 : Vue sous microscope du GHA éthanol 50°	42
Figure 21 : Vue sous microscope du GHA méthanol 70°	42
Figure 22 : Vue sous microscope du GHA éthanol 70° + HE de citron	42
Figure 23 : Vue sous microscope du GHA éthanol 70° + HE de romarin	42
Figure 24 : Vue sous microscope du GHA éthanol 70° + HE de menthe.....	42
Figure 25 : Courbe de viscosité des GHAs avec variation du principe actif en fonction de la vitesse de cisaillement.....	43

Liste des figures

Figure 26 : Courbe de la contrainte de cisaillement des GHAs avec variation du principe actif en fonction de la vitesse de cisaillement.....	43
Figure 27: Courbe de viscosité des GHAs avec maintien du principe actif éthanol 70° et variation de l'HE en fonction de la vitesse de cisaillement	44
Figure 28 : Courbe de la contrainte de cisaillement des GHAs avec maintien du principe actif éthanol 70° et variation de l'HE en fonction de la vitesse de cisaillement	44
Figure 29 : Résultats du contrôle de l'activité antibactérienne des GHAs avec 1ml de gel pour la bactérie E-coli-coliformes	45
Figure 30 : Résultats du contrôle de l'activité antibactérienne des GHAs avec 1.5ml de gel pour la bactérie E-coli-coliformes.....	46
Figure 31 : Résultats du contrôle de l'activité antibactérienne des GHAs avec 1ml de gel pour la bactérie Staphylococcus	47
Figure 32 : Résultats du contrôle de l'activité antibactérienne des GHAs avec 1.5ml de gel pour la bactérie Staphylococcus.....	47
Figure 33 : Résultats du contrôle de l'activité antifongique des GHAs avec 1ml de gel pour les levures et moisissures	49
Figure 34 : Résultats du contrôle de l'activité antifongique des GHAs avec 1.5ml de gel pour les levures et moisissures	49
Figure 35 : Résultats du contrôle de l'activité antibactérienne et antifongique de 1ml d'éthanol 70° pour les mêmes bactéries et LM.....	50
Figure 36 : Résultats du contrôle de l'activité antibactérienne et antifongique de 1.5ml d'éthanol 70° pour les mêmes bactéries et LM.....	51
Figure 37 : Étiquette de l'alcool méthylique.....	54

Liste des tableaux

Tableau 1 : Constituants de la formulation des SHAs d'après l'OMS	11
Tableau 2 : Constituants de la formulation des GHAs d'après l'OMS.....	12
Tableau 3 : Matières premières utilisées dans la formulation des GHAs	28
Tableau 4 : Verrerie et équipement utilisés dans la préparation des GHAs	29
Tableau 5 : Résultats de mesure de densité des GHAs préparés	40
Tableau 6 : Résultats de mesure de pH des GHAs préparés	40
Tableau 7 : Résultats du contrôle organoleptique des GHAs	41
Tableau 8 : Récapitulatif de l'action menée par nos GHAs sur les micro-organismes choisis pour 1.5ml de gel.....	52

Glossaire

Glossaire

Alcalinité : L'alcalinité se définit comme la somme des charges des acides inactifs diminuée de la charge des bases inactives. Elle assure la stabilité du pH en gérant l'acidité ou la basicité de l'eau.

Anse pasteur bouclée : Une anse, öse, boucle ou loop, est un fil métallique, en principe en platine, de 2 à 3 dixièmes de mm, monté sur un manche d'une trentaine de cm de long et se terminant par une boucle circulaire. Elle sert à différents usages en microbiologie : transférer un peu de liquide, prélever une colonie, étaler une goutte, etc.

Antagonisme : État d'opposition de deux forces ou de deux principes. On parle notamment de l'opposition de plusieurs produits d'hygiène des mains utilisés à la fois.

Antiseptie : C'est une opération au résultat momentané permettant d'éliminer les micro-organismes au niveau des tissus vivants, par application d'un produit antiseptique.

Antiseptique : c'est une substance désinfectante à usage corporel qui tue ou prévient la croissance des bactéries, champignons et des virus sur les surfaces externes du corps.

Asepsie : C'est la mise en oeuvre des moyens nécessaires visant à empêcher la contamination d'une zone ou d'une surface par des micro-organismes étrangers.

Bactéricide : Une substance bactéricide est une substance ayant la capacité de tuer des bactéries. Les propriétés bactéricides varient d'une substance à l'autre, en termes de spectres d'action, d'efficacité, de durée d'action, etc.

Bactériostatique : Un bactériostatique est une substance qui inhibe la multiplication des bactéries sans les tuer. Selon leur application, il est possible de distinguer les antibiotiques bactériostatiques, les désinfectants, les antiseptiques et les conservateurs.

Clostridium difficile : C'est une espèce de bactéries du genre Clostridioides. Il s'agit de bacilles Gram positifs, anaérobies stricts et sporulés. Étant présente dans les selles de la personne infectée, cette bactérie peut se retrouver sur des mains ou des objets. Ainsi, elle se transmet principalement par un contact direct avec des mains, des surfaces ou des objets contaminés.

Contamination croisée : Il s'agit du déplacement ou du transfert physique non intentionnel d'un danger de nature biologique, chimique ou physique d'une personne, d'objet ou d'un lieu à un autre. Elle peut notamment survenir lorsqu'une petite quantité d'un allergène alimentaire est accidentellement introduite dans un autre aliment, ou présente dans la salive sur une surface ou sur un objet.

Glossaire

Corrélation négative : Une corrélation négative entre deux variables indique que les valeurs d'une variable tendent à augmenter lorsque celles de l'autre variable diminuent.

Désinfectant : Les désinfectants sont des produits conçus pour tuer par action directe des micro-organismes. Ce sont des produits dits biocides.

Désinfection : La désinfection est une opération d'élimination volontaire et momentanée de certains germes, de manière à stopper ou prévenir une infection par des micro-organismes indésirables. Cela est le résultat d'une action bactéricide (les micro-organismes sont tués), tandis qu'une décontamination découle d'une action seulement bactériostatique (la croissance des germes est ralentie).

E-coli-coliformes : Les coliformes totaux constituent un groupe de bactéries que l'on retrouve fréquemment dans l'environnement, notamment dans le sol ou la végétation, ainsi que dans les intestins des mammifères, dont les êtres humains.

Électrolytes : Un électrolyte est une substance conductrice en raison de la présence d'ions mobiles. Il existe des électrolytes liquides et solides.

Espèce bactérienne : Elle désigne certains organismes vivants microscopiques et procaryotes présents dans tous les milieux.

Espèce fongique : Elle désigne une espèce de germes illustrée par la famille des champignons, décrivant l'origine d'une maladie ou d'une épizootie.

Épiderme : C'est la couche superficielle de la peau qui recouvre le derme. Celui-ci étant la couche profonde de la peau, recouverte justement par l'épiderme.

Fermentation malolactique : C'est la transformation de l'acide malique en acide lactique par l'intermédiaire de bactéries anaérobies appelées bactéries lactiques comme l'espèce *Oenococcus oeni*.

Fermentation : Transformation d'une substance organique sous l'influence d'enzymes produites par des micro-organismes.

Filmogène : un agent filmogène produisant un film contenu sur la peau, les cheveux et les ongles.

Follicules pileux : Étant une annexe de la peau. Ces miniorganes ont la capacité de se renouveler de manière parfaitement autonome, cyclique et asynchrone, ce qui les rend uniques dans le corps humain.

Glossaire

Fongicide : Un fongicide est une substance conçue pour éliminer des champignons parasites. Les produits à usages médicaux sont dénommés des antimycosiques.

Gale : La gale est une maladie extrêmement contagieuse. C'est une affection de la peau provoquée par la présence d'un parasite : *Sarcoptes scabiei hominis*. Le parasite pond ses œufs au niveau de l'épiderme. Pour ce faire, la femelle va creuser des sillons dans la peau, qui seront parfois visibles.

Gastroentérite : C'est une infection du système digestif responsable de nausées, vomissements, crampes abdominales et diarrhée. Elle peut être causée par un virus s'agissant surtout des norovirus, une bactérie ou un parasite.

Glande sébacée : C'est un organe localisé au niveau du derme. Elle est responsable de la synthèse et de la sécrétion du sébum qui entre dans la composition du film hydrolipidique.

Grippe porcine : Grippe porcine ou H1N1 est une maladie respiratoire provoquée par un virus de la grippe qui affecte habituellement les porcs, mais qui peut également s'attaquer aux humains par l'air, par contact des mains portées au nez, aux yeux ou à la bouche après avoir touché des surfaces contaminées par des sécrétions respiratoires.

Herpès : C'est une maladie virale très contagieuse et récurrente. Il est caractérisé par l'apparition de cloques groupées en bouquets. Sa manifestation la plus connue est le classique bouton de fièvre labial.

Infections nosocomiales : Ce sont les infections associées aux soins, contractées au cours d'un séjour dans un établissement de santé (hôpital, clinique...). Cela veut dire que ces infections sont absentes au moment de l'admission du patient dans l'établissement.

Mueller-Hinton : Mueller-Hinton est une gélose riche qui sert d'aliment pour les germes, et ainsi pour la réalisation de l'antibiogramme standard. Le nom Mueller-Hinton vient de leurs codécouvreurs John Howard Mueller et Jane Hinton.

Neutralisation : C'est une réaction chimique où un acide réagit avec une base de façon à former de l'eau et un sel. Elle est couramment utilisée pour réguler le pH des milieux aqueux.

Parasitose cutanée : C'est l'ensemble des infections pouvant conduire à des maladies dues à des parasites. Lorsque ceux-ci se glissent dans ou sous la peau, on parle alors de parasitose cutanée. Les parasitoses cutanées les plus fréquentes sont représentées par les pédiculoses, infections par des poux, ou la gale.

Glossaire

Pictogrammes : Ce sont des dessins figuratifs schématiques utilisés comme symboles ou comme signes graphiques rendant explicite un objet ou un message dans les langues écrites, servant souvent à avertir d'un danger particulier.

Polysaccharide : Glucide naturel, formé par la condensation de plusieurs sucres simples.

Rotavirus : Le rotavirus est un virus qui cause la gastroentérite.

Saponification : Réaction suivant laquelle les corps gras (esters de la glycérine) sont dédoublés en glycérine et acides gras.

SARM : Le SARM est un *Staphylococcus aureus* résistant aux pénicillines semi-synthétiques, dont la méthicilline. Il était au début principalement acquis en milieu hospitalier.

Sébum : Sécrétion grasse produite par les glandes sébacées. Son rôle est de protéger la peau des agressions extérieures et de la déshydratation.

Spoors : C'est une cellule ou plus rarement une formation pluricellulaire reproductive. Elle constitue une des étapes du cycle de vie de nombreuses bactéries, plantes, algues, champignons, voire de certains protozoaires.

Squames de la peau : Une squame désigne une fine lamelle de peau qui se détache de l'épiderme. Naturellement, les cellules mortes sont éliminées sous forme de squames minuscules.

Staphylococcus : Genre bactérien constitué de cocci à Gram positif groupés en amas, dont de nombreuses espèces sont commensales (vivant sur un hôte sans lui nuire) de la peau et des muqueuses de l'homme et des animaux.

Système endocrinien : Le système endocrinien est composé par l'ensemble des organes qui ont la capacité de relâcher des hormones dans le sang.

Virucide : On appelle virucide un produit, une solution ou un traitement censé neutraliser les virus.

Introduction générale

*« Que l'importance soit dans ton regard, non
dans la chose regardée »*

André Gide

Introduction générale

D'une importance souvent négligée, l'hygiène des mains se révèle cependant indispensable quant à la préservation de la santé publique, puisque l'histoire des maladies reconnaît pour les mains le fait d'être les premières responsables véhicules de plusieurs contaminations, en raison des milliers de germes qui y trouvent demeure, et donc de propagation d'épidémies voire de pandémies. C'est en fait le cas aujourd'hui avec celle du corona-virus qui continue à ravager le monde à cause du non-respect des gestes barrières, dont un lavage et une désinfection constants des mains, notamment par utilisation de produits hydroalcooliques à savoir les gels hydroalcooliques.

En effet, il a été pendant de longues années démontré que les mains par leur seul contact pouvaient être infectantes, c'est pourquoi qu'on était à promouvoir l'observance du lavage des mains. À la fin des années 1980 début des années 1990, les produits hydroalcooliques existant déjà sur le marché, sont cependant peu connus et les établissements peu enclins à s'en servir, car à l'époque leur utilisation était prescrite en complément de tout lavage simple, antiseptique et chirurgical, et donc un surcoût financier important alors qu'on investissait encore dans l'équipement des points d'eau [1].

Cependant, entre les années 1990 et 2000, des études ont réussi à démontrer l'intérêt, l'efficacité et la rentabilité des PHAs, notamment lors de la prise en charge de patients porteurs de bactéries multiresistantes, ainsi qu'une diminution des contaminations croisées. En 2009, la grippe porcine ayant envahi le monde est venue alors appuyer le rôle crucial que jouaient particulièrement les GHAs [1].

Aujourd'hui, dans un contexte actuel de crise sanitaire accrue liée à la covid-19, le port du masque, la distanciation sociale ainsi que le lavage régulier des mains sont devenus les premiers gestes barrières à effectuer afin de détruire la chaîne de contamination et de limiter ainsi la propagation de ce virus. Cependant, il n'est pas très probable de toujours trouver eau et savon afin de veiller sur l'hygiène de ses mains, d'où surgit l'intérêt des GHAs. De nos jours, leur importance n'est en effet plus discutable, et leur utilisation est plus qu'impérative, toutefois uniquement si efficaces.

Ainsi, et dans l'objectif de valoriser les GHAs auprès des utilisateurs afin d'en appuyer l'observance, chose qui s'avère cependant pas possible sans convaincre de leur efficacité, surtout que ceux-ci sont considérés comme l'un des premiers gestes barrières ultimement indispensables quant à la lutte contre notamment le corona-virus, nous réalisons ainsi le présent travail qui porte sur l'étude de l'efficacité des GHAs en fonction de leurs formules de préparations, nous amenant alors à nous demander :

Quelle est la formule optimale d'un gel hydroalcoolique efficace et de qualité?

Afin de pouvoir répondre à cette problématique, il est alors nécessaire de prévoir deux actions principales dans le cadre de cette étude :

- En premier lieu, préparer les GHAs par adoption de différentes formules, étant au nombre de cinq dans notre cas ;
- En second lieu, passer les différents GHAs préparés sous différents contrôles de qualité afin d'en tirer le plus efficace, et ainsi la formule optimale.

Le choix de ce sujet comme projet de fin d'études était en fait motivé par multiples raisons. En effet, d'autant plus qu'il est directement lié à la conjoncture actuelle de crise sanitaire dans laquelle nous vivons, ainsi qu'à notre domaine d'étude, nous étions par ailleurs attirées par le fait que l'accroissement de la pandémie était accompagné par un marché submergé de différentes sortes de GHAs, émanant de formules, quoique standardisées par l'OMS, cependant différentes dans leurs compositions. Ces GHAs étaient même très souvent vendus dans des endroits inappropriés, chose qui nous a ainsi poussé à nous interroger sur le respect des normes internationales dans leurs préparations, laissant ainsi d'une part les questions tourner autour de leurs efficacités, et d'autre part l'utilisateur livré à lui même quant au choix du GHA qu'il serait le plus convenable à adopter. Un choix qu'il serait regrettamment susceptible d'effectuer cependant, rien qu'à la belle couleur du produit proposé.

À la lumière de ces faits, et dans le souci de présenter un travail utile, complet, épousant informations acquises durant tout notre cursus universitaire, la recherche propre de notre travail ainsi qu'une étude expérimentale, nous avons ainsi choisi de scinder ce manuscrit en trois chapitres :

Introduction générale

Le premier chapitre est une synthèse bibliographique de l'ensemble des points essentiels liés au thème choisi, à savoir une présentation des germes, de l'hygiène des mains, des produits hydroalcooliques et bien sûr des gels hydroalcooliques étant le vif du sujet.

Le deuxième chapitre rapporte toutes les informations concernant d'une part le matériel, l'équipement, et les matières premières utilisés dans la réalisation des différentes expériences, ainsi que la méthode adoptée pour ce faire, d'autre part les différents contrôles dont les gels hydroalcooliques préparés ont fait sujet.

Le troisième chapitre quant à lui, est entièrement dédié aux résultats de différentes expériences et contrôles menés, reliant des interprétations ainsi qu'une discussion laissant découler une réponse aux interrogations qui ont marqué le travail.

Celui-ci ainsi s'achève par une conclusion générale en guise de récapitulatif de toute l'étude menée, ainsi que des principaux résultats ayant été obtenus, donnant réponse à la problématique ci-dessus exposée.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

*« L'important n'est pas de convaincre mais
de donner à réfléchir »*

Bernard Weber

Les mains sont l'outil de préhension de l'homme et lui servent à interagir avec son environnement. Cependant, cet environnement est peuplé par des micro-organismes illustrés par une flore bactérienne ou virale, aussi par des salissures et des éléments toxiques. Entrées donc en contact et colonisées par ces agents, les mains participent à véhiculer ces éléments, d'où l'importance capitale de leur hygiène, celle-ci n'était cependant pas réduite au simple lavage à l'eau et au savon. En effet, au fil des années, multiples crises sanitaires étaient venues notamment appuyer le rôle indiscutable des produits hydroalcooliques, spécifiquement celui des gels hydroalcooliques, dans la préservation de la santé publique, particulièrement après la crise sanitaire causée par la grippe porcine ayant envahi le monde en 2009.

À travers ce chapitre, nous allons donc essayer en premier lieu de donner une vue d'ensemble sur les micro-organismes, principalement ceux souvent présents dans les mains, pour ensuite laisser apparaître les différents moyens, techniques et types de lavage consacrés à une bonne hygiène des mains. En second lieu, nous allons tenter d'aborder les produits hydroalcooliques de manière générale, pour ensuite mettre sous lumière les gels hydroalcooliques en essayant de les présenter, de montrer leur efficacité, leurs avantages ainsi que leurs inconvénients, passant par la composition de leurs formulations.

1. Germes présents dans les mains

Étant en constante relation avec l'environnement, l'être humain est constamment exposé à des micro-organismes parfois inoffensifs, pouvant toutefois s'avérer très nuisibles, connus sous l'appellation : « germes ».

1.1. Présentation

Quand on parle de « germes », on parle de micro-organismes. Un micro-organisme est un organisme vivant qui n'est pas visible à l'œil nu. Il est donc microscopiquement petit et ne peut être observé qu'à l'aide d'un microscope. On compte notamment : les bactéries, les virus, les champignons, les parasites et les prions. Les micro-organismes se trouvent partout et sont pour la plupart inoffensifs, voire même bons pour la santé. Toutefois, dès lors qu'un micro-organisme peut s'avérer nuisible, on l'appelle « germe » [2].

1.2. Typologie

La peau humaine est colonisée par un grand nombre d'espèces bactériennes et fongiques constituant la flore cutanée. Chaque être humain est porteur de sa propre flore dont la composition résulte d'un équilibre entre les conditions locales et les propriétés métaboliques des micro-organismes. La peau humaine contient jusqu'à 1 million de germes par cm².

Ces bactéries trouvent une source constante d'alimentation riche et variée dans la transpiration, le sébum, les squames de la peau, et les poussières. Toutes les régions du corps ne sont pas également colonisées : les aisselles et la face interne des cuisses sont riches en bactéries (environ 10 000/cm²). Une main est colonisée par une flore de 10⁶ à 10⁸ micro-organismes [3].

La flore se répartit en deux populations distinctes : la flore résidente dont la quantité et la répartition sont relativement stables, et la flore transitoire qui provient de sources exogènes ou d'autres flores commensales de l'organisme [4].

1.2.1. Flore transitoire (ou superficielle)

Composée de micro-organismes véhiculés par l'air ou rassemblés sur les objets contaminés, la flore transitoire illustre une flore de passage acquise au contact des personnes, des surfaces ou objets touchés au cours des gestes quotidiens (flore récupérée à la surface des mains lors des soins et des contacts avec les patients par exemple).

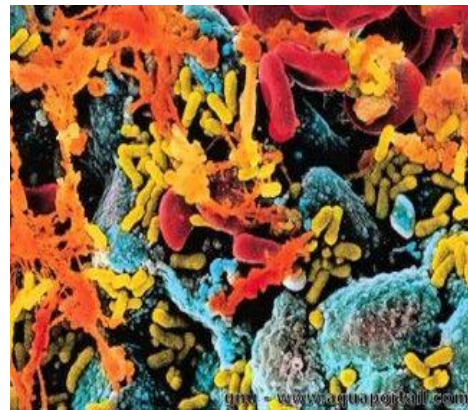


Figure 1 : Vue microscopique de la flore transitoire [5]

La flore transitoire est surtout importante au niveau des parties découvertes, notamment les mains. Il s'agit essentiellement d'entérobactéries, de *pseudomonas aeruginosa*, *staphylococcus aureus*, de *streptococcus sp*, de *condida albicans*, de virus tels que *cytomegalovirus (CMV)* [6]. En milieu de soins, les mains du personnel soignant jouent donc un rôle très important dans la contamination en assurant le transport et la dissémination de la flore transitoire. Toutefois, celle-ci s'implante difficilement et s'élimine facilement par le lavage. Outre, les antiseptiques ont une action rapide et efficace sur elle.

1.2.2. Flore résidente (ou commensale ou flore profonde)

La flore résidente est propre à chaque individu, et siège dans l'épaisseur de l'épiderme. Elle est constituée de micro-organismes vivants sur la couche superficielle de l'épiderme, la partie supérieure des follicules pileux et des conduits des glandes sébacées.



Figure 2 : Vue microscopique de la flore résidente [5]

Ces micro-organismes sont profondément enchâssés et adhérents à la surface de la peau. Elle est par ailleurs constituée de *staphylocoques blancs* (*staphylococcus epidermidis*), de *corynébactéries*, de *microcoque* [6]. La flore résidente est stable, et ne peut donc pas être éliminée en totalité (même avec les antiseptiques les plus puissants) et se reconstitue rapidement.

La flore cutanée joue un rôle crucial dans la genèse des infections nosocomiales. En effet, dès qu'il existe une brèche cutanée (brûlure, cathéter, plaie opératoire), les micro-organismes peuvent coloniser la lésion et être à l'origine d'infections locales ou systémiques. Par ailleurs, sous l'influence de l'hospitalisation et/ou de traitements antibiotiques, la flore cutanée peut se modifier : élimination des espèces sensibles, acquisition de facteurs de résistance, colonisation par des bactéries multirésistantes. Au cours des soins, ces micro-organismes peuvent transiter dans la flore cutanée des mains des soignants et diffuser d'un malade à l'autre [6].

2. Hygiène des mains

Étant l'une des évidences indispensables à la vie de tous les jours, l'hygiène des mains s'avère primordiale afin de bien se prémunir contre les micro-organismes souvent très nuisibles, puisque contribue à réduire ou à limiter le risque de transmission de germes à des personnes ou objets manipulés par ces personnes, et donc de transmission des infections en général. Ainsi, il existe différents moyens et techniques pour le lavage des mains, et différents types aussi selon qu'ils soient destinés à une simple hygiène ou en vue d'une désinfection plus ou moins parfaite notamment avant tout type de soins ou d'interventions médicales.

2.1. Moyens et techniques de lavage des mains

Les moyens et techniques de lavage des mains concernent tous les produits utilisés dans ladite opération, ainsi que la procédure avec laquelle on entreprend et accomplit son lavage des mains.

2.1.1. Moyens de lavage des mains

L'hygiène des mains s'agit, selon le groupe de travail du CCLIN Paris-Nord, « d'un traitement des mains par un savon liquide non médicamenteux ou par un produit (savon, gel ou solution) ayant un spectre d'activité antimicrobien ciblé sur les micro-organismes de la flore cutanée afin de prévenir leur transmission » [7]. On déduit ainsi qu'il existe deux principales méthodes pour le lavage des mains : soit par utilisation d'eau et de savon, ou par utilisation d'un produit hydroalcoolique.

a. Utilisation d'eau et de savon

En effet, l'OMS a clairement énoncé que le lavage des mains à l'eau et au savon est la mesure d'hygiène la plus importante pour prévenir la transmission des infections. Ce constat a été repris par les Centers for Disease Control (CDC) des États-Unis et par Santé Canada dans un contexte de réduction de la transmission du SRAS, du virus de *l'influenza* et d'autres pathogènes infectieux [8]. Toutefois, il y a lieu de préconiser le savon liquide et éviter le pain de savon, car il se contamine rapidement.

b. Utilisation d'un produit hydroalcoolique

Aussi appelé « friction hydroalcoolique des mains » avec un gel, une mousse, ou une solution hydroalcoolique, ou encore antiseptie ou désinfection par friction des mains, cette méthode est privilégiée dans la plupart des situations cliniques courantes, car l'alcool agit plus rapidement que le savon pour inactiver les micro-organismes, outre ses effets durants plus longtemps, et la procédure de friction est plus rapide et facilement réalisée sur place, car ne dépend pas de disponibilité d'eau et de savon. Les mains ne doivent toutefois pas être souillées ou mouillées.

Par ailleurs, il y a lieu de souligner que les serviettes humides jetables ne nettoient pas les mains de façon efficace. Elles pourraient toutefois servir à un premier nettoyage lorsque les mains sont très souillées et qu'il n'y a pas d'eau disponible. Cependant, ce nettoyage doit être suivi de l'utilisation d'un produit hydroalcoolique.

2.1.2. Techniques de lavage des mains

Les techniques de lavage des mains sont les moyens à mettre en œuvre au cours d'une procédure d'hygiène des mains dépendant de l'effet souhaité. Le but peut-être ainsi simplement hygiénique ou bien la diminution d'une partie plus ou moins importante de la flore cutanée.

En effet, le lavage des mains effectué au bon moment, de la bonne façon contribue à la diminution de la transmission des infections. Cela respecte ainsi une certaine procédure qui passe par plusieurs étapes comme suit (voire annexe 1) :

- Ouvrir le robinet ;
- Se mouiller les mains et les poignets abondamment ;
- Appliquer suffisamment de savon pour recouvrir toutes les surfaces des mains et frictionner vigoureusement pendant 30 à 40 secondes (ne pas oublier les espaces interdigitaux, les bouts des doigts, les ongles et les pouces) ;

- Rincer les mains abondamment à l'eau ;
- Sécher soigneusement les mains avec une serviette à usage unique (serviette en papier) ;
- Fermer le robinet à l'aide de la serviette (la même serviette qu'on vient d'utiliser).

À ce stade, il y a lieu de savoir que les ongles longs, les faux ongles, le vernis écaillé, les bagues, les montres et tous autres accessoires favorisent la contamination des mains et rendent plus difficile un bon lavage les concernant, d'où la nécessité de les ôter. Maintenant, le lavage des mains à l'eau et au savon est réputé pour être le meilleur moyen. Toutefois, en l'absence de ceux-ci, il est impératif de procéder au lavage dit « sans eau » à l'aide d'un produit hydroalcoolique suivant la procédure comme suit - sachant qu'elle repose sur la même technique et les mêmes mouvements que lors du lavage des mains avec de l'eau et du savon - :

- Remplir la paume d'une main avec une quantité suffisante du produit hydroalcoolique et recouvrir toutes les surfaces des mains et des poignets ;
- Frictionner vigoureusement toutes les surfaces des mains et des poignets (sans oublier les espaces interdigitaux, les bouts des doigts, les ongles et les pouces) ;
- Continuer de frotter, 20 à 30 secondes, jusqu'à ce que les mains soient sèches sans utiliser de serviette de papier, et elles seront dès lors désinfectées.

À souligner que les mains doivent être propres et ne doivent surtout pas être souillées ou mouillées lors de l'application du produit hydroalcoolique, car cela amoindrit son efficacité.

2.2. Types de lavage des mains

On distingue trois types de lavage des mains : lavage simple, lavage antiseptique, lavage chirurgical.

2.2.1. Lavage simple

Le lavage simple est un lavage qui doit être réalisé lors de tout geste de la vie quotidienne et après tout soin potentiellement contaminant, concernant toutes les catégories de personnel sans aucune exception (personnel médical, infirmiers, aides-soignants, agents hospitaliers, personnel de nettoyage, personnel des cuisines, etc.). Le temps minimal à respecter est de 30 secondes [9]. Ce lavage élimine les souillures et les squames et réduit les micro-organismes appartenant à la flore transitoire. Il utilise l'eau du robinet, le savon et un essuie-main jetable. Il peut éliminer jusqu'à 90% de la flore transitoire [10].

En pratique, il est recommandé dans toutes les situations suivantes [9] :

- À la prise du service ;
- À la fin du service ;
- Après tout geste de la vie courante ;
- Après être allé aux toilettes ;
- Après s'être mouché, après s'être coiffé ;
- Avant toute présentation hôtelière ;
- Avant et après tout soin infirmier non invasif ;
- Avant la distribution de médicaments ;
- Après manipulation d'un matériel contaminé, après utilisation de gants ;
- Avant et après tout examen médical.

2.2.2. Lavage antiseptique

Le lavage antiseptique, ou hygiénique, doit être effectué avant tout geste aseptique (pose de sonde, cathéter, etc.), après tout geste septique et après tout contact avec un patient dont la peau est colonisée par une bactérie pathogène et/ou multirésistante. Le temps minimal à respecter est d'une minute [9]. Ce lavage élimine 99,9% de la flore transitoire, mais aussi jusqu'à 50% de la flore résidente. Il utilise l'eau et les solutions antiseptiques moussantes ou les solutions hydroalcooliques [10].

En pratique, il est recommandé dans les situations suivantes [9] :

- Avant la pratique d'un soin ou d'une technique aseptique en milieu médical, tels que de poser un cathéter court, d'une sonde vésicale, ponction lombaire ou de cavité, petite chirurgie (biopsie, suture). Le port de gants stériles est alors obligatoire ;
- À l'entrée et à la sortie de la chambre d'un malade isolé ;
- Pour les soins aux immunodéprimés ;
- Après tout contact potentiellement contaminant avec un malade infecté ou colonisé par un micro-organisme multirésistant, comme *staphylococcus aureus*.

2.2.3. Lavage chirurgical

Un lavage chirurgical est réalisé par les médecins chirurgiens avant la réalisation de gestes invasifs (mise en place d'un cathéter veineux central, d'un drain, etc.). Le temps minimal à respecter est de six minutes, voire dix minutes dans le cadre de la chirurgie hyperpropre (chirurgie orthopédique, mise en place de matériel étranger, chirurgie cardiovasculaire) [9].

Ce lavage élimine la flore transitoire (99,999%) et réduit de manière drastique la flore résidente (90%). Il utilise les mêmes produits que le lavage antiseptique, mais selon d'autres techniques, plus sévères et plus prolongés [10].

En pratique, il est recommandé dans toutes les situations suivantes [9]:

- Avant toute intervention chirurgicale ;
- Pour les actes à haut risque infectieux nécessitant une asepsie rigoureuse (pose de cathéters centraux, de drains, exploitations hémodynamiques, trachéotomie...).

3. Produits hydroalcooliques

Devenus indispensables à tout un chacun dans une situation de crise pandémique, les produits hydroalcooliques se diversifient dans l'ultime objectif de faire face aux contaminations.

3.1. Définition

Par leur nom, les « produits hydroalcooliques (PHA) » illustrent un mélange d'eau et d'alcool. Ce sont des préparations alcooliques contenant habituellement 60% à 95% d'éthanol ou d'isopropanol, conçues pour être appliquées sur les mains en vue d'en réduire le nombre de micro-organismes viables [11]. Ce sont des produits à séchage rapide conçus spécifiquement pour la désinfection des mains. Ils s'appliquent par friction sans rinçage sur des mains sèches et d'apparence propre.

3.2. Formes de produits hydroalcooliques

Les PHAs permettent d'effectuer un traitement hygiénique des mains par frictions, également appelé « désinfection des mains », et se présentent ainsi sous différentes formes, essentiellement : sous forme de solutions, mousses, lingettes et de gels.

3.2.1. Solutions hydroalcooliques

Les solutions hydroalcooliques (SHA) sont des solutions antiseptiques cutanées. Elles sont employées afin d'assurer l'hygiène des mains, notamment lors des soins médicaux. Elles agissent par contact direct et mécanique (en friction) et s'utilisent sans eau, c'est pourquoi qu'elles sont d'ailleurs préconisées en cas d'absence de point d'eau pour se laver les mains avec du savon.



Figure 3 : Solution hydroalcoolique

Cependant, elles ont des propriétés bactéricides, virucides et fongicides sans effet nettoyant, et doivent donc être appliquées sur des mains sèches et non souillées. Les SHAs, en plus de leur simple application, se distinguent par leur efficacité dans le cas où on leur procure un temps de contact de dix à quinze secondes au minimum, ce qui fait d'elles un moyen de désinfection rapide.

Le tableau 1 suivant énumère les composants d'une solution hydroalcoolique énoncés par l'OMS comme suit :

Tableau 1 : Constituants de la formulation des SHAs d'après l'OMS [12]

	Composition
Solution hydroalcoolique (SHA)	Éthanol 96°
	Peroxyde d'hydrogène 3%
	Glycérol 98%
	Eau distillée

La composition des SHAs est en effet standardisée, malgré quelques variations introduites par les sociétés pharmaceutiques. Le principe actif est un alcool, principalement l'éthanol pour sa disponibilité et son prix abordable, qu'on peut remplacer par un autre alcool notamment l'isopropanol 99,8%, auquel on ajoute un agent émoullent (Glycérol), un agent moussant, et très facultativement un colorant, ou un parfum, qui ne sont cependant pas vraiment souhaitables.

Cependant, les SHAs ont prouvé leur inefficacité face à certains virus dépourvus d'enveloppes lipidiques à l'instar des norovirus

3.2.2. Mousses d'alcool

La mousse d'alcool est une tension active douce obtenue à partir d'alcool gras issu des huiles de coco, et du glucose issu de maïs. Elle est utilisée idéalement en combinaison avec certains produits, tel que le liquide vaisselle, afin d'augmenter leur pouvoir dégraissant.



Figure 4 : Mousse d'alcool

3.2.3. Lingettes alcoolisées

Une lingette alcoolisée est une lingette d'alcool médical qui permet de nettoyer la peau saine et en particulier celle des enfants, d'un simple geste. Ce produit est notamment utilisé pour nettoyer des objets (montres, téléphone, etc.) et par les médecins généralistes et les infirmiers avant une injection, une prise de sang ou un vaccin [13]. Elle peut également être employée pour désinfecter les instruments médicaux du personnel soignant. Elle ne nécessite pas l'usage de coton, elle sera très utile grâce à son petit format et son efficacité.



Figure 5 : Lingettes alcoolisées

3.2.4. Gels hydroalcooliques

Antiseptiques utilisés pour l'hygiène des mains, les gels hydroalcooliques (GHA) sont des produits désinfectants cutanés qui permettent la prévention des risques de transmission de champignons, de bactéries et de virus.



Figure 6 : Gel hydroalcoolique

Le tableau 2 suivant énumère les composants d'un gel hydroalcoolique énoncés par l'OMS comme suit :

Tableau 2 : Constituants de la formulation des GHAs d'après l'OMS [12]

	Composition
Gel hydroalcoolique (GHA)	Éthanol 96°
	Géifiant
	Glycérol 98%
	Base de neutralisation
	Eau distillée

De même que les SHAs, la composition des gels hydroalcooliques est standardisée. Le principe actif est toujours l'alcool (éthanol qu'on peut toujours remplacer par un autre alcool), auquel on ajoute obligatoirement un géifiant, une base de neutralisation, ainsi qu'un émoullient (glycérol), et facultativement, un colorant, ou un parfum. Ces deux derniers ne sont cependant pas préconisés.

Tous les produits hydroalcooliques énoncés ci-dessus sont donc conçus et utilisés dans l'ultime objectif de prévention contre toute infection ou contamination, où ils ont pu démontrer plus ou moins leur efficacité. Cependant, ces derniers énoncés, s'agissant des GHAs, ont été les premiers à connaître un engouement au niveau du grand public et ce suite à l'épidémie due au virus H1N1 apparu en 2009.

4. Gels hydroalcooliques

Mortelle et très facilement transmissible, la grippe porcine (H1N1) a fait, à l'époque, l'objet de plusieurs recommandations de l'OMS, notamment sur le mode de prévention, où l'on a particulièrement préconisé l'utilisation de gels hydroalcooliques.

4.1. Présentation

Comme précédemment définis ci-dessus, les GHAs sont des produits désinfectants cutanés qui permettent la prévention des risques de transmission de champignons, de bactéries et de virus. Ce sont des préparations semi-solides constituées de liquides gélifiés, ayant néanmoins les mêmes propriétés que les SHAs, assurant un traitement hygiénique des mains. On leur porte cependant plus d'intérêt justifié par le fait qu'ils présentent de rares effets indésirables dus à la faible absorption cutanée qu'ils présentent, et ainsi à leur faible présence dans le sang.

Cependant, bien qu'on puisse constater des différences par rapport à la formulation des différents GHAs commercialisés, celle-ci reste en effet standardisée par l'OMS, et ces différences restent donc uniquement liées au type du composant, non à sa nature. À titre d'exemple, le GHA est doté d'un principe actif, celui-ci est l'alcool, sauf qu'à ce stade on a le choix d'inclure dans sa formule l'éthanol ou l'isopropanol ou autre type d'alcool ayant démontré son efficacité, tout en prenant en considération différents caractères de choix.

4.2. Composition

Selon la formule de l'OMS, le GHA est composé d'un principe actif qui est l'alcool, un agent gélifiant, une base de neutralisation, un émoullient, de l'eau et des additifs. Il est donc composé d'une certaine concentration d'alcool, associée à des agents hydratants. Un antiseptique peut compléter la formule afin d'élargir le spectre d'activité du produit.

4.2.1. Principe actif (Alcool)

Le principe actif désigne une substance chimique qui entre dans la composition d'un médicament possédant des propriétés thérapeutiques ou préventives. Dans le cas des gels hydroalcooliques, le principe actif est l'alcool.

a. Définition

Les alcools sont des substances incolores qui s'évaporent rapidement, souvent utilisées comme solvants pour autres antiseptiques. Ce sont des désinfectants locaux à action rapide. Ils présentent des avantages sur d'autres produits antimicrobiens : ils sont bactéricides plutôt que bactériostatiques, agissent rapidement, sont peu toxiques, ne colorent pas la peau, sont d'un coût faible et d'obtention aisée. Ils ont néanmoins un pouvoir de pénétration, cependant faible.

Les alcools sont les premiers antiseptiques à avoir été utilisés en friction. Les principaux sont l'alcool éthylique ou éthanol qui est d'ailleurs le plus important et le plus largement utilisé, l'alcool isopropylique et le n-propanol. Les équivalences entre ces différents types d'alcools s'expriment comme suit : n-propanol 42% = isopropanol 60% = éthanol 77% [14].

b. Rôle des alcools

Les alcools se caractérisent de leur activité antiseptique. Celle-ci leur permet de détruire de nombreux micro-organismes (virus, bactéries, levures, etc.) grâce à la capacité à dissolver leurs membres lipidiques ainsi qu'à la capacité à dénaturer leurs protéines, qu'elle leur procure [15].

Les GHAs contenant entre 60 et 80% d'alcool sont les plus efficaces. Les concentrations supérieures à 80% sont moins efficaces, car les protéines sont moins facilement dénaturées en l'absence d'eau [16].

c. Efficacité des alcools

Afin de pouvoir démontrer l'efficacité de l'alcool à agir sur les micro-organismes, et ainsi pouvoir la placer face à celle des autres antiseptiques, une étude a été menée.

En effet, on a testé l'effet d'une sélection d'antiseptiques, dont l'alcool, sur un groupe de différents micro-organismes (voire annexe 2). L'étude a conclu que (d'après annexe 2) :

- Le spectre d'activité des alcools est assez large : ils possèdent une excellente activité germicide sur les bactéries *Gram+* et *Gram-* ;
- Ils n'ont aucune action contre les spores. ;
- Leur activité virucide dépend du type du virus présent.

d. Types d'alcools utilisés

Il existe plusieurs types d'alcools dont nous avons cité des exemples à savoir l'isopropanol, le n-propanol, l'éthanol, le méthanol, etc. Toutefois, le choix d'un de ces alcools dépend de la prise en considération de certains paramètres.

En effet, suivant la cadence de leur production, leur disponibilité ainsi que leurs prix, certains alcools ne se verront cependant pas adoptés dans les formules de production de GHAs. Certains alcools ne sont en fait pas toujours disponibles et se voient très fréquemment en phase de rupture, spécifiquement s'ils sont importés alors qu'ils sont facilement remplaçables par d'autres alcools de même efficacité. Le prix de leur acquisition peut par ailleurs illustrer l'enjeu au détriment de leur adoption où ils se voient, pour certains, extrêmement onéreux.

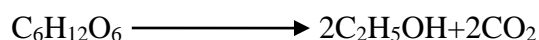
Ainsi, il y a lieu de choisir soigneusement son alcool afin de garantir un meilleur principe actif, disponible à meilleur prix. En Algérie, deux alcools sont adoptés dans la production des GHAs suivant leur disponibilité : le méthanol et l'éthanol. Cependant, uniquement un seul est adopté puisque de même efficacité, voire meilleure suivant certaines études, au même temps disponible et à bon prix : il s'agit de l'éthanol.

d.1. Éthanol

Éthanol, ou alcool éthylique (ou plus simplement alcool), est un alcool de formule semi-développée $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$, obtenue chimiquement par la jonction d'un groupe éthyle ($\text{CH}_3\text{-CH}_2$) en un groupe hydroxyde ($-\text{OH}$). C'est un liquide incolore, complètement volatil, d'odeur pénétrante et de saveur brûlante. Il est inflammable et brûle sans fumée avec une flamme bleue. Son point d'ébullition est de $78,2^\circ\text{C}$ sauf qu'il est capable de se volatiliser même à basse température. Il est miscible à l'eau, à l'acétone, au chloroforme, à l'éther et à de nombreux autres solvants organiques [17].

L'alcool éthylique est obtenu depuis des siècles par la fermentation de certains sucres en présence d'une *zymase* -enzyme présente chez les levures-. À la suite des travaux de Pasteur, on sait que cette fermentation est due à des levures dont la plus connue est la levure de bière (*saccharomyces cerevisiae*) et les levures de la pellicule de raisin. Les sucres utilisables comprennent de la mélasse, de la canne à sucre, des jus de fruits, du blé, des pommes de terre, du bois ou de liqueurs. Comme la levure est uniquement capable de fermenter la dérivé D-glucose, D-fructose, D-mannose et D-galactose, il est nécessaire que lorsque des composés plus complexes comme l'amidon sont utilisés, ils soient convertis en l'un ou plusieurs de ces sucres simples avant d'être fermentés [17].

La réaction classique de fermentation en alcool du glucose peut être exprimée de la façon suivante :



d.2. Méthanol

Méthanol (ou alcool méthylique, carbinol, alcool de bois, naphte de bois ou esprit-de-bois) est un composé organique de formule $\text{CH}_3\text{-OH}$, obtenue par la jonction d'un groupe méthyle (CH_3) en un groupe hydroxyde ($-\text{OH}$). C'est le plus simple des alcools. C'est un liquide léger, volatil, incolore, inflammable, toxique avec une odeur caractéristique, plus douce et sucrée que celle de l'éthanol. Son point d'ébullition est de $64,7^\circ\text{C}$, il est miscible dans l'eau ainsi que dans l'acétone en toute proportion [18].

Industriellement, on le prépare par distillation du bois dans des cornes en fer vers 500°C , d'où l'on retire trois fractions :

- Des produits acides (acide acétique, phénol) ;
- Des produits basiques (pyridine, amine) ;
- Des produits neutres (eau, carbure, alcool, acétone...).

Naturellement, il est produit par le métabolisme d'organismes anaérobies de nombreuses variétés de bactéries, ce qui explique une petite fraction de vapeur de méthanol présente dans l'atmosphère. En quelques jours, ce méthanol atmosphérique est oxydé par l'oxygène de l'air avec l'action favorisante de la lumière du soleil pour former du dioxyde de carbone et de l'eau. Le méthanol brûle dans l'air en formant du dioxyde de carbone et de l'eau selon la réaction suivante :



Cependant, selon des études comparatives effectuées sur des GHA à différents types d'alcools contre certains virus, l'éthanol a montré après 30 secondes d'exposition une activité virucide supérieure aux autres GHAs. L'éthanol serait donc l'alcool possédant la meilleure activité virucide [1].

Par ailleurs, il y a lieu de souligner le fait que certains GHAs contiennent un autre antiseptique qui vient s'ajouter à l'alcool. L'antiseptique lui étant le plus fréquemment associé est la « chlorhexidine ». L'association des deux composés allie en effet la rapidité d'action de l'alcool et la rémanence élevée de la chlorhexidine, en élargissant ainsi le spectre d'activité du PHA concerné.

4.2.2. Agent gélifiant

Les GHAs sont constitués de liquides gélifiés à l'aide d'agents gélifiants appropriés tels que l'amidon, les dérivés de la cellulose, les carbomères, ou des silicates de magnésium.

a. Définition

Aussi appelés « texturants gélifiants », ces agents sont des substances qui permettent de donner aux aliments la consistance d'un gel [19]. Autrement dit, ce n'est qu'avec l'incorporation de ces substances que les GHAs acquièrent leur forme semi-solide. Autrement, leur forme ne sera autre que liquide. Ces texturants apportent, de manière générale, de la consistance au produit en améliorant sa stabilité. Ils sont capables de former des gels emprisonnant une grande quantité de solvant.

b. Rôle

Les agents gélifiants sont destinés à donner aux produits la consistance d'un gel. Ils sont responsables de la forme semi-solide des GHAs. Ils sont en effet utilisés afin de les épaissir, car gonflent ou se lient avec l'eau conduisant ainsi à la gélification. Ces agents gélifiants résistent, par ailleurs, aux attaques bactériennes et ne favorisent par la croissance de moisissures.

c. Types d'agents gélifiants utilisés

Les agents gélifiants sont des macromolécules hydrophiles de double origine : naturelle ou synthétique.

Les agents gélifiants naturels se dissolvent tous en solution aqueuse. On distingue ceux d'origine **végétale** tels que la pectine, gomme de guar, l'amidon, etc., obtenus à partir de graines ou pépins, de la pulpe et de la peau de fruits ou de légumes comme les carottes, les agrumes, les prunes, etc. ; ou **minérale** qui sont représentés par la silice colloïde appelée aussi gel de silice et silicates [19].

Les agents gélifiants synthétiques quant à eux, sont des substituts à ceux naturels, inventés par la science macromoléculaire. On distingue d'un côté le styrène, acrylates copolymère, acrylate crosspolymer qui sont très filmogènes -un agent filmogène produisant un film contenu sur la peau, les cheveux et les ongles- et plastifiants ; et de l'autre les carbomères qui sont des polymères synthétiques hydrophiles d'acides acryliques, et qu'on retrouve dans le cosmétique et la pharmacie [19].

Cependant, nous avons décidé de mettre sous lumière un échantillon d'agent gélifiant de chaque famille, où nous avons choisi le carbomère comme gélifiant synthétique étant le plus fréquemment utilisé, et l'amidon comme gélifiant naturel étant le plus connu et disponible.

c.1. Carbomère

Fine poudre blanche amorphe, d'odeur acétique de son nom commercial carbopol (907, 910, 940, 981, 990, etc.), le carbomère $(C_3H_4O_2)_n$ est un polymère hydrosoluble utilisé comme agent émulsifiant, stabilisant, de mise en suspension, épaississant et gélifiant dans de nombreuses industries. Il est incorporé dans la formule d'un GHA à raison d'une dose de 0.3% à 1% [20]. Étant très hydrophile, le carbomère gonfle énormément dans l'eau, l'alcool et les solvants polaires après la neutralisation avec une base convenable (le chauffage n'étant pas nécessaire). C'est un épaississant hautement efficace dans la gamme de pH 5 à 10. Cette efficacité est cependant réduite en présence d'électrolytes incompatibles avec certains tensioactifs et polymères cationiques [20].

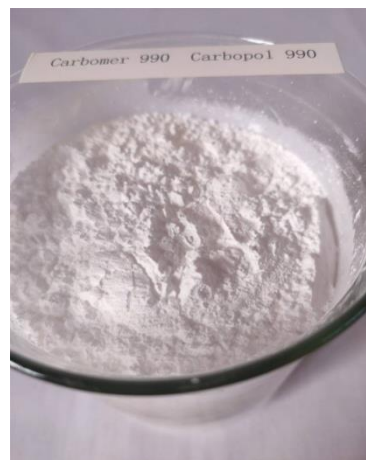


Figure 7 : Carbopol 990

Par ailleurs, les carbomères sont de grosses molécules, chose qui ne leur permet pas de pénétrer les barrières de la peau. Ainsi, ils sont estimés sûrs pour la santé, notamment après avoir fait l'objet de nombreux tests les ayant favorisés.

c.2. Amidon

Par sa formule générale $(C_6H_{10}O_5)_n$, l'amidon est un mélange de deux polysaccharides à savoir l'amylose et l'amylopectine dont les proportions sont variables selon les espèces [21]. Il est extrait de légumineuses, de céréales comme le maïs, le riz, l'orge et le blé, ou tubercules comme la pomme de terre ou la patate douce, et même de certains fruits, comme la banane. Il fait partie des glucides complexes, dits sucres lents, et se présente sous forme de poudre blanche micronisée. En plus de ses magnifiques vertus en cosmétique où il s'est vu prendre une ampleur majeure, à savoir le blanchissement et l'hydratation de la peau, l'amidon est un gélifiant naturel lorsqu'il est mélangé à l'eau est chauffé à plus de 60°C.



Figure 8 : Amidon

4.2.3. Base de neutralisation

Dite neutralisation acido-basique, la neutralisation est une réaction chimique où un acide réagit avec une base de façon à former de l'eau et un sel. Elle est couramment utilisée pour réguler le pH des milieux aqueux (eaux usées, cours d'eau), tout comme les terres agricoles.

Le pH après la neutralisation dépend cependant de la force de l'acide en présence. Parmi les bases de neutralisation les plus fréquemment utilisées, on retient la triéthylamine TEA.

La triéthylamine ou n-diéthyléthanamine est un composé chimique, liquide, incolore de formule générale $C_6H_{15}N$. Elle présente une forte odeur de poisson proche de celle de l'ammoniac [22]. Dans la préparation des GHAs, cette substance utilisée en tant que base est ultimement indispensable, car favorise un pH idéal en le faisant augmenter, indispensable à l'agent gélifiant afin d'accomplir son rôle d'épaississant.



Figure 9 : La TEA

4.2.4. Agent émoullient

Un usage fréquent des GHAs et des produits hydroalcooliques en général pour l'hygiène des mains, peut causer une sécheresse de la peau à ce niveau à moins qu'un émoullient ou produit similaire soit ajouté à la formulation du produit en guise de protection.

Dans plusieurs études consacrées aux PHAs contenant des émoullients, il a été affirmé que ceux-ci ont causé moins d'irritation ou de sécheresse de la peau par rapport aux détergents antimicrobiens testés. Il augmente en effet la tolérance cutanée [13]. La présence d'un émoullient est donc indispensable afin de garantir un bon état cutané et favoriser ainsi l'observance de la méthode de friction hydroalcoolique des mains.

Parmi les principaux émoullients utilisés, on distingue : l'alcool myristique, l'hydroxyurée, la diméthicone (huile de silicone) et la glycérine.

De formule $C_3H_8O_3$, la glycérine ou glycérol est un composé chimique classé dans la famille des alcools. C'est un liquide sirupeux, incolore, visqueux et inodore de saveur chaude et sucrée, utilisé dans de nombreuses compositions pharmaceutiques [23]. Il est issu de la fermentation malolactique du vin et de la réaction de saponification dans les ultimes objectifs d'hydratation et de lubrification. Il emprisonne dans sa teneur 39% d'eau, et miscible en toutes proportions à l'éthanol et à l'eau [23]. À souligner qu'il est plus lourd que cette dernière. Ainsi, dans les GHAs, l'effet de dessèchement de l'alcool peut être réduit ou éliminé en y ajoutant 1% à 3% de glycérol.



Figure 10 : Glycérine

4.2.5. Eau

L'eau est une substance chimique constituée de molécules H_2O . Ce composé très stable est néanmoins très réactif et un excellent solvant. Elle représente un constituant essentiel des GHAs et des PHAs en général. Elle joue un rôle de potentialisation de l'action des alcools. Autrement dit, elle augmente leur caractère actif et efficace [24].

En effet, l'activité antimicrobienne des alcools est attribuée à leur capacité à dénaturer les protéines et elle sera d'autant plus efficace en présence d'eau. Ainsi, les préparations contenant de 60 à 80% d'alcool seront les plus efficaces, comme précédemment énoncé, et les concentrations plus élevées le seront moins du fait de leur faible teneur en eau [16].

L'eau utilisée est ou bien une eau simple portée à ébullition et utilisée une fois refroidie, ou bien une eau distillée. Cette dernière est une eau libérée de tous ses minéraux ainsi que de tous ses micro-organismes.

4.2.6. Additifs

Un additif est une substance ajoutée facultativement, et qui n'est donc pas habituellement utilisée, mais qui vise, une fois incorporée, à améliorer l'état d'un aliment ou d'un produit cosmétique ou pharmaceutique.

En vue de l'enrichissement du gel hydroalcoolique, des additifs lui sont ainsi incorporés. Il s'agit d'huiles essentielles, de vitamines, de colorants ou de parfums.

a. Huiles essentielles

Ce sont des produits de compositions chimiques complexes renfermant des principes actifs volatils et contenus dans les végétaux [23]. Utilisée en industrie alimentaire, en parfumerie, en cosmétologie et en pharmacie, une huile essentielle est un extrait liquide et aromatique obtenu généralement par distillation à la vapeur d'eau à partir d'une plante. Sachant que toutes les parties de cette plante peuvent contenir des huiles essentielles [25].



Figure 11 : Huiles essentielles

Une huile essentielle représente la quintessence de la plante sous forme de concentré riche d'une très grande variété de substances actives. Ainsi, les huiles essentielles, spécifiquement celles de plantes connues pour leurs vertus incontournables, peuvent être vivement à adopter, notamment dans la formulation des GHAs, surtout que ces huiles présentent souvent des vertus antibactériennes, antifongiques et antivirales [25].

À citer l'huile essentielle de citron, du romarin, de la menthe, etc., toutes connues pour leurs vertus inestimables.

b. Vitamines

Les vitamines sont des substances organiques essentielles qui jouent un rôle très important dans notre organisme. La vitamine E par exemple, est particulièrement reconnue pour ses propriétés réparatrices aidant la peau à se fortifier contre les effets d'alcool. Ainsi, elle serait un additif inestimable qui viendrait enrichir la formulation des GHAs [26].

c. Colorant

Un colorant est une substance chimique utilisée pour apporter une couleur à un objet à teinter. Dans les GHAs, un colorant peut être inclus dans leur formulation afin de donner une spécificité au produit, le rendant ainsi plus attractif, particulièrement vis-à-vis d'une tranche d'âge à savoir les enfants afin de les inciter à l'utiliser dans cette période de pandémie. Ce qui n'est cependant pas très recommandé.

d. Parfums et senteurs

Les parfums ajoutés aux formulations des GHAs sont des substances chimiques odorantes plus ou moins persistantes destinées à parfumer le produit. Ces additifs, tout comme les colorants, ne sont souvent pas très recommandés et sont même à omettre.

Cependant, certains GHAs contiennent un composé jugé très dangereux pour la santé. Il s'agit du bisphénol A. Ce dernier est un composé organique de la famille des aromatiques utilisé principalement dans la protection contre les contaminations microbiologiques, suspecté cependant d'être un perturbateur endocrinien. En effet, c'est une substance altérant les fonctions du système endocrinien, induisant des effets néfastes sur la santé [27].

4.3. Utilisation des gels hydroalcooliques

Comme le préconise le CTIN (Comité Technique des Infections Nosocomiales), la désinfection des mains non souillées avec un produit hydroalcoolique par friction, selon des indications et des modalités clairement déterminées, constitue une alternative au lavage des mains. Ainsi, il y a lieu de [7] :

- Remplir le creux de la main avec 3ml de gel et l'étaler pour imprégner la surface des mains en totalité. Frictionner de 20-30 secondes paume contre paume, paume contre dos, entre les espaces interdigitaux, autour des pouces et des ongles jusqu'au séchage spontané complet. Ne pas diluer le produit. Ne pas rincer ni essuyer les mains ;

- Utiliser un GHA si les mains ne sont pas visiblement souillées par des matières et liquides organiques, et qu'elles sont sèches et non poudrées. Aussi, exemptées de bijoux, vernis, faux ongles, etc ;
- Renouveler la désinfection entre chaque soin, sans se laver les mains au savon, ni avant ni après l'application du produit, tant que les mains ne sont pas visiblement souillées ;
- conserver les GHAs à température inférieure à 25°C ;
- Bien fermer les flacons afin d'éviter l'évaporation.

Aujourd'hui, les GHAs sont très utilisés que ce soit dans le domaine public ou privé, d'autant plus que nous vivons dans une période de pandémie très délicate. Leur utilisation se voit donc préconisée [13] :

- **En médecine** où :
 - Leur usage est recommandé par l'OMS dans le cadre du plan de lutte contre les infections nosocomiales et du corona-virus en particulier ;
 - Leur utilisation est recommandée dans la pratique des soins de santé réalisés avec ou sans gants ;
 - Leur utilisation en complément du lavage chirurgical se généralise dans les blocs opératoires ;
 - Utilisés afin de prévenir la transmission d'herpès, de gastro-entérite et de grippe.
- **En santé publique** :
 - Partout où le nettoyage des mains à l'eau et au savon est impossible ;
 - Pendant un séjour clinique à l'hôpital ;
 - Passage aux toilettes publiques ;
 - Utilisation des transports en commun ;
 - Contact avec une surface à risque élevé de contamination ou contaminée ;
 - Mouchage et éternuement ;
 - Dans les écoles et les maisons de retraite.

Cependant, Il existe certaines contre-indications où il ne faudrait surtout pas utiliser un GHA notamment :

- Ne pas utiliser un GHA sur des mains visiblement souillées ou poudrées, où il faudrait impérativement passer au lavage, où encore mouillées car l'eau dilue l'alcool et ralentit le séchage ;

- Ne pas utiliser simultanément avec du savon ou un autre antiseptique, car il ya risque d'antagonisme, d'inactivation, etc.) ;
- Ne pas utiliser après un contact avec un patient atteint de parasitose cutanée (gale, poux). Il faudrait donc impérativement passer au lavage ;
- Ne pas utiliser pour la désinfection du matériel, des muqueuses, et de la peau des patients ;
- Ne pas utiliser en cas de lésions des mains, car peut provoquer une sensation de brûlure ;
- Ne pas utiliser en cas d'allergies à l'un des composants.

Par ailleurs, il y a lieu de souligner le fait que :

- La dose nécessaire du GHA ainsi que la durée de friction peuvent être différentes selon le produit utilisé, c'est pourquoi qu'il est crucial de lire attentivement les instructions du fabricant ;
- Il peut être difficile d'enfiler les gants si la friction qui précède n'est pas effectuée jusqu'au séchage complet du produit ;
- En cas de contact du GHA avec les yeux, rincer abondamment à l'eau.

4.4. Efficacité des gels hydroalcooliques

L'efficacité des GHA n'est plus mise en doute, et ceux-ci sont de plus en plus intégrés dans les pratiques de soins. Celle-ci dépend cependant de la réunion de plusieurs critères à savoir :

- La concentration en alcool où le GHA devrait contenir entre 70% et 75% d'alcool ;
- Le type d'alcool à utiliser, où il s'est avéré selon plusieurs études que l'activité virucide notamment de l'éthanol est plus importante comparée aux autres types d'alcools. Il est donc à préconiser ;
- Le GHA devrait impérativement répondre favorable à trois normes : la norme EN1275 qui indique que le gel est efficace contre les champignons ; la norme EN1040 qui indique que le gel est efficace contre les bactéries ; et la norme EN14476 qui indique que le gel est efficace contre les virus y compris ceux nus (sans enveloppe lipidique) ;
- L'ajout d'autres antiseptiques et des émoullients renforcent l'efficacité et la rémanence des GHAs ;
- Le temps de contact qui devrait être très réduit, où le gel hydroalcoolique devrait montrer son efficacité dans un minimum de temps (30 secondes) ;
- L'absence, de préférence, d'additifs tels que les colorants et les parfums ;

- L'état des mains lors de l'application du GHA, où elles devraient être non souillées ou mouillées ;
- La méthode de friction qui devrait être appliquée soigneusement selon le protocole énoncé par l'OMS (voire annexe 1).

Ainsi, et d'après un avis du CTIN du 5 décembre 2001, l'efficacité des GHAs et des produits hydroalcooliques en général est souvent supérieure à celle d'un lavage des mains effectué avec du savon doux ou même antiseptique. Toutefois, il sont réputés à être du même niveau d'efficacité à moins que la friction ne réponde pas favorable à toutes les consignes nécessaires à une désinfection efficace et optimale des mains [1].

4.5. Avantages des gels hydroalcooliques

Les GHA présentent une multitude d'avantages qui devraient logiquement augmenter leur observance, surtout dans un contexte de crise sanitaire accrue. Nous citerons [1] :

- Les GHA sont simples à utiliser et prêts à l'emploi ;
- Sèchent rapidement (30 secondes) ;
- Ils permettent un gain de temps (déplacement, enchaînement de soins, etc.) ;
- Ils permettent une certaine économie, car leur utilisation ne nécessite ni eau, ni savon, ni essuie-mains. Au même temps, cela évite un risque de recontamination via l'utilisation notamment du savon et de l'essuie-mains ;
- Accessibilité immédiate (chambre du patient, chariots de soins, poches, etc.) et peuvent donc être tout le temps et partout utilisés ;
- Meilleure tolérance cutanée grâce aux émoullients contenus ;
- Faible absorption cutanée par l'organisme, et donc de rares effets indésirables ;
- Diminution du risque de transmission manuportée ;
- Participation à la diminution du taux des infections nosocomiales ;
- Participation à la baisse du taux d'acquisition des SARM (*staphylococcus aureus*)
- Meilleure compliance à l'hygiène des mains.

4.6. Inconvénients des gels hydroalcooliques

Malgré leur importance cruciale, eux qui illustrent l'un des premiers gestes à préconiser notamment dans la lutte contre le corona-virus, les GHAs laissent quand même ressortir certains inconvénients à savoir [1,28] :

- Les GHAs sont des produits inflammables qui nécessitent donc certaines précautions d'utilisation et de stockage. Ils doivent notamment être tenus à l'écart de toute source d'incendies (flamme, étincelles, etc.), de matériel électrique ou de tenue en polyester pouvant favoriser de l'électricité statique. Comme ils doivent également être conservés à l'abri de la chaleur et du rayonnement solaire direct ;
- Ils sont non utilisables sur des mains mouillées, souillées, lésées ou encore poudrées où il y a inhibition de l'action antiseptique de l'alcool, et donc l'obligation d'utiliser des gants non poudrés ;
- Les GHAs sont parfois inefficaces, et ce notamment en cas du non-respect du temps de contact ou de la technique de friction en général, ou d'une non-application jusqu'à séchage correct;
- Ils ne possèdent aucune activité contre les spores et les parasites ;
- Ils n'ont aucune efficacité contre les épidémies à Clostridium difficile ;
- Ils n'ont pas d'action sur le rotavirus à moins de mener deux frictions hydroalcooliques successives selon les fabricants, afin de rendre le produit actif ;
- Les mains peuvent donner la sensation d'être collantes après un certain nombre de frictions. Dans ce cas, se laver obligatoirement les mains ;
- Odeur parfois incommode.

Conclusion

Dans un environnement peuplé par multiples micro-organismes pouvant frapper de force la santé humaine, l'hygiène des mains s'avère alors plus que primordiale afin de prévenir la transmission des infections. Le lavage des mains avec de l'eau et du savon, quoiqu'il soit le premier geste à adopter afin de se protéger, il n'est souvent pas donné de l'effectuer, d'où la nécessité de faire appel à la friction hydroalcoolique. Celle-ci peut par ailleurs venir juste compléter ce lavage ordinaire des mains à l'eau et au savon.

Au fil des temps, les produits hydroalcooliques, plus particulièrement les GHAs, ont su prouver leur importance ultime en matière d'hygiène des mains, ainsi leur indispensabilité en matière de lutte contre la propagation notamment de multiples épidémies à l'instar de celle qui ravage le monde depuis plus d'un an, celle de la covid-19. Ceux-ci ont tendance à être favorisés, car même à long terme, présentent de rares effets indésirables du fait d'une inhalation cutanée faible, voire inexistante. Leur formulation comprend multiples composants, à chacun son rôle.

Plusieurs études ont démontré l'efficacité des GHAs, toutefois uniquement si les indications et les différentes modalités, notamment d'application, y étant liées sont respectées. Ils ne sont cependant recommandés que s'ils sont conformes aux normes en vigueur (bactéricide, fongicide, virucide), et dépourvus du bisphénol A.

Par ailleurs, les GHAs, comme tous autres produits, présentent des avantages et des inconvénients, voire même des contre-indications à impérativement prendre en considération. Toutefois, cela est loin de remettre en question leur importance ainsi que leur indispensabilité.

Chapitre II : Matériels et méthodes

*« L'œuvre d'art n'est pas la représentation
d'une belle chose, mais la belle représentation
d'une chose »*

Emmanuel Kant

La formule de préparation du gel hydroalcoolique décide de son efficacité. Ce chapitre vise ainsi à mettre en évidence l'expérimentation effectuée dans l'étude menée dans ce sens. Il comporte le matériel et les méthodes utilisées dans la préparation de GHAs selon différentes formules, ainsi que les différents tests et contrôles effectués sur ces mêmes gels, à savoir celui physico-chimique, organoleptique, d'homogénéité, un test antibactérien et antifongique, en vue d'en ressortir avec la meilleure formule qui soit en terme de qualité et d'efficacité.

La société Liza pharm laboratoire a ainsi accepté de nous accueillir dans son enceinte afin de pouvoir réaliser cette étude.

1. L'organisme d'accueil Liza Pharm laboratoire

La société Liza Pharm laboratoire, ayant accepté d'adopter notre projet de recherche dans son enceinte, est comptée parmi les firmes installées sur le territoire national, oeuvrant dans le secteur parapharmaceutique.

1.1. Présentation

Liza Pharm laboratoire est une petite industrie parapharmaceutique spécialisée dans la production et la commercialisation de produits parapharmaceutiques à usage humain.

C'est une société d'apparition récente étant créée en 2016 et n'ayant débuté d'activité qu'en 2019. Sise à la commune de boudjima, son siège qui s'étend sur une superficie de 100 m² est de même son lieu de production. Son organigramme témoigne d'une société encore neuve relativement petite comprenant un effectif de cinq employés, et un PDG (Président Directeur Général) qui n'est autre que sa créatrice, M^{elle} FEDOUL Samia, qui veille elle-même à l'approvisionnement des matières premières, à la production et au bon déroulement de ses différentes étapes, à la commercialisation des différents produits finis réalisés, ainsi qu'à la gestion de la société en général.

Toutefois, cela n'est pas en position de nier le grand potentiel de développement que détient cette firme, elle s'ayant très vite octroyée une place sur le marché grâce à ses produits qui sont livrés dans quasiment tout le pays, démontrant ainsi la détention d'un avenir très prometteur, elle qui ambitionne déjà de devenir un laboratoire leader au niveau national. Sans pour autant oublier de souligner le rôle crucial qu'elle a joué durant cette période de pandémie -qu'elle continue d'ailleurs toujours à assurer- elle qui a très vite su s'adapter à la conjoncture et répondre ainsi de manière spontanée à la panique du public en absorbant sa demande.

1.2. Principaux produits fabriqués et commercialisés par la société Liza Pharm laboratoire

Dans la gamme de produits parapharmaceutiques qu'elle propose, la société Liza Pharm laboratoire veille rigoureusement, d'après son PDG, au respect des normes internationales de production s'agissant des bonnes pratiques de fabrication parapharmaceutique pharmacopée européenne.

Les principaux produits fabriqués et commercialisés par cette société sont au nombre de 37 regroupant différents désinfectants et antiseptiques (voire annexe 3).

2. Matériels

Les matériels concernent l'ensemble des matières premières, de la verrerie de laboratoire, ainsi que des équipements utilisés.

2.1. Matières premières

Les matières premières utilisées dans ce travail sont classées comme suit dans le tableau 3 suivant :

Tableau 3 : Matières premières utilisées dans la formulation des GHAs

Nature des composants	Matière	Formule
Solvant	Eu distillée	H ₂ O
Antiseptiques	Éthanol 96°	C ₂ H ₅ OH
	Méthanol 99,9°	CH ₃ OH
Agents gélifiants	Carbopol 990	(C ₃ H ₄ O ₂) _n
	Amidon	C ₆ H ₁₀ O ₅
Agent hydratant	Glycérine	C ₃ H ₇ O ₃
Compensateur de pH	TEA	C ₆ H ₁₅ NO ₃
Additifs	Huile essentielle	
	- Citron	-----
	- Romarin	
	- Menthe	

2.2. Verrerie et équipement

La verrerie désigne les différents instruments et récipients en verre utilisés dans les laboratoires afin de réaliser des expériences chimiques ou biologiques. L'équipement concerne tous les appareils utilisés dans la réalisation de différentes études dans les laboratoires. Pour la réalisation de ce travail, nous avons utilisé la verrerie et l'équipement inscrits dans le tableau 4 suivant :

Tableau 4 : Verrerie et équipement utilisés dans la préparation des GHAs

Verrerie	Becher, entonnoir, cristallisoir, éprouvette, pissette, pipette, barreau magnétique.
Équipement	pH mètre, balance électronique, agitateur magnétique, pycnomètre, alcoomètre, rhéomètre, microscope optique.

3. Méthodes

Il existe multiples méthodes de production des GHAs. Toutefois, les formules retenues doivent impérativement être celles recommandées par l’OMS, selon le guide de production. Ainsi, la formule de référence pour obtenir 250ml de gel hydroalcoolique est :

- 182ml d'éthanol 96° ;
- 68 ml d'eau distillée ;
- 1 g de carbopol 990 ;
- 0,3 ml glycérine ;
- 0,6 ml TEA

En effet, l'éthanol 96° et l'eau distillée sont en principe utilisés pour la préparation de l'alcool dilué « éthanol 70° », et sont calculés selon la loi de dilution.

Le volume nécessaire d'éthanol 96° pour la préparation de 250 ml de GHA est donc calculé comme suit :

$$n1 = n2$$

$$C1V1 = C2V2$$

$$V1 = \frac{C2V2}{C1}$$

$$V1 = \frac{70^\circ \times 250ml}{96^\circ}$$

$V1 = 182ml$

Sachant que :

n1 : nombre de mol de l'éthanol 96° ;

n2 : nombre de mol de l'éthanol 70° ;

C1 : concentration de l'éthanol 96° ;

V1 : volume de l'éthanol 96° ;

C2 : concentration de l'éthanol 70° ;

V2 : volume de l'éthanol 70°.

Le volume d'eau distillée nécessaire pour la préparation de 250 ml de gel hydroalcoolique est par ailleurs calculé comme suit :

Volume de l'eau distillée = Volume général du gel – le volume de l'alcool à utiliser V1

Volume de l'eau distillée = 250 ml – 182 ml

Volume de l'eau distillée = 68 ml

C'est pourquoi donc, que pour l'obtention de l'éthanol 70°, nous avons besoin de 182 ml d'éthanol 96° et de 68 ml d'eau distillée dans 250 ml de GHA.

À ce stade, une fois le calcul du volume d'éthanol 96° et d'eau distillée nécessaires à la préparation de l'alcool dilué est effectué, étant une étape impérative et indispensable, nous aurons en effet le choix entre deux méthodes de préparation du GHA :

- Mélanger directement l'alcool dilué au carbopol et rajouter ensuite les autres composants ;

Ou :

- Mélanger l'eau distillée avec le carbopol pour ensuite rajouter l'éthanol 96° ainsi que les autres composants.

Cependant, ayant fait l'expérience des deux méthodes, nous avons opté pour cette dernière, car s'est avérée plus économique en matière de temps.

Par ailleurs, il y'a lieu de souligner qu'il est ultimement nécessaire de contrôler avant toute opération le degré de l'alcool à utiliser dans la préparation du GHA qui est l'alcool 96°. Une fois dilué, il y'a lieu ensuite de confirmer d'avoir obtenu le degré d'alcool ciblé à savoir l'alcool 70° ou autres. Nous avons pu effectuer ce contrôle à l'aide d'un alcoomètre qui nous a permis de vérifier le degré de tous les alcools utilisés.



Figure 12 : Alcoomètre

3.1. Préparation des gels hydroalcooliques

Afin de parvenir à trouver ainsi qu'à prouver la meilleure formule de préparation d'un GHA intégrant les meilleurs composants, il y a eu lieu d'en faire l'expérience avec plusieurs. Nous avons ainsi opté pour cinq formules où nous avons échangé, ajouté, voire éliminé à chaque formule testée un ou plusieurs composants.

3.1.1. Formule 1

Cette première formule est la formule de base. Nous y avons utilisé les matières premières avec des concentrations de référence.

Dans un bécher, nous avons dispersé 1g de carbopol 990 dans 68 ml d'eau distillée que nous avons laissé sous agitation magnétique pendant 45 min. Ensuite, nous avons ajouté 182 ml d'éthanol 96°, toujours sous agitation magnétique pendant 30 min.

Une fois les 30 min écoulées, nous avons ajouté 0,3 ml de glycérine et 0,6 ml de la TEA que nous avons laissé mélanger, jusqu'à obtention de notre GHA (environ 2 minutes).

L'agitateur magnétique utilisé pour homogénéiser tous les éléments de la formule est de marque Nahita 690/1.



Figure 13 : Plaque chauffante et agitateur magnétique

3.1.2. Formule 2

Dans cette formule nous avons diminué la concentration de l'éthanol de 70° jusqu'à 50°. Nous avons pris ainsi 130 ml d'éthanol 96° et 120 ml d'eau distillée selon la loi de dilution, justifiés comme suit :

Le volume d'éthanol 96° V1 nécessaire

$$V1 = \frac{C2V2}{C1}$$

$$V1 = \frac{50^\circ \times 250ml}{96^\circ}$$

$$V1 = 130 \text{ ml}$$

Le volume d'eau distillée nécessaire

Volume de l'eau distillée = volume général du gel – volume de l'alcool à utiliser V1

$$\text{Volume de l'eau distillée} = 250ml - 130 \text{ ml}$$

$$\text{Volume de l'eau distillée} = 120 \text{ ml}$$

Cela en effectuant par la suite les mêmes étapes que la formule 1.

3.1.3. Formule 3

Dans cette formule nous avons changé le type d'alcool où nous avons utilisé le méthanol 70° à la place de l'éthanol 70°. Nous avons ainsi pris 175 ml de méthanol 99,9° et 75 ml d'eau distillée, suivant toujours la loi de dilution, justifiés comme suit :

Le volume d'éthanol 96° V1 nécessaire

$$V1 = \frac{C2V2}{C1}$$

$$V1 = \frac{70^\circ \times 250ml}{99.9^\circ}$$

V1 = 175 ml

Le volume d'eau distillée nécessaire

Volume de l'eau distillée = volume général du gel – volume de l'alcool à utiliser V1

$$\text{Volume de l'eau distillée} = 250 \text{ ml} - 175 \text{ ml}$$

Volume de l'eau distillée = 75 ml

Cela, toujours en effectuant par la suite les mêmes étapes que la formule 1.

3.1.4. Formule 4

Dans cette formule nous avons échangé l'agent gélifiant synthétique (Carbopol 990) par un agent gélifiant naturel (Amidon), en adoptant l'éthanol 70° comme principe actif, toujours en effectuant les mêmes étapes que la formule 1.

3.1.5. Formule 5

Dans cette formule nous avons à chaque fois ajouté à la formule de base 8 gouttes de l'une des trois huiles essentielles suivantes : citron, menthe et romarin, que nous avons pu obtenir auprès d'un laboratoire spécialisé dans l'extraction d'huiles essentielles. Ces huiles sont en effet connues pour leurs propriétés fongicides, antiseptiques et antibactériennes qui les rendent efficaces contre les infections. Nous avons par la suite gardé les mêmes autres étapes que cette formule de base (Formule 1).

3.2. Contrôle qualité

Le contrôle qualité est un aspect de la gestion de la qualité. C'est une opération destinée à déterminer, avec des moyens appropriés, si le produit contrôlé est conforme ou pas à ses spécifications ou exigences préétablies, incluant une décision d'acceptation, de rejet ou de retouche.

Nous avons ainsi procédé à différents contrôles concernant nos GHAs préparés selon les différentes formules à savoir : un contrôle physico-chimique, organoleptique, un test d'homogénéité, une étude rhéologique ainsi qu'une étude de l'activité antimicrobienne.

3.2.1. contrôle physico-chimique

Afin d'effectuer ce contrôle, nous avons mesuré la densité ainsi que le potentiel d'hydrogène pH.

a. Mesure de densité

La densité d'un corps est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un corps pris comme référence. Nous avons mesuré la densité de nos GHAs préparés selon les différentes formules à l'aide d'un pycnomètre suivant la relation ci-dessous, en ayant réservé trois essais de mesure à chaque produit :

$$D = \frac{M_3 - M_1}{M_2 - M_1}$$

Sachant que :

M_1 : Masse de pycnomètre à vide ;

M_2 : Masse de pycnomètre rempli d'eau distillée ;

M_3 : Masse de pycnomètre rempli du gel.

Le résultat retenu est la moyenne des trois essais effectués. Celui-ci devant varier aux alentours de 0.862 [29].

b. Mesure du potentiel d'hydrogène pH

Le potentiel hydrogène, ou par son sigle pH, représente la mesure de l'alcalinité en chimie. Le pH mesure la concentration d'une solution aqueuse en ions oxonium H_3O^+ et le degré de son acidité ou de sa basicité.

Nous avons mesuré le pH de nos GHAs préparés suivant les différentes formules à l'aide d'un pH mètre modèle HANNA IEC 6LR61. Pour cela, il y'avait lieu de plonger l'électrode de ce dernier dans le mélange ciblé. Le résultat idéal devant dégager dans notre cas un pH stable.



Figure 14 : PH mètre

Pour ce contrôle, nous avons préparé trois échantillons de gels pour chacune des formules retenues (à chaque formule, trois échantillons de gel). Cela, afin de pouvoir consacrer trois essais de mesure à chacun de nos gels de base, à trois différents moments de leurs préparations à savoir :

- Après avoir mélangé l'eau, le carbomère, l'alcool et la glycérine ;
- À l'ajout de la TEA ;
- Après obtention du GHA.

Ainsi, il est retenu, pour chaque formule de GHA, trois résultats distincts en fonction des trois moments de mesure du pH choisis : après l'ajout de la TEA, au moment de l'ajout de la TEA, et après obtention du GHA. Chaque résultat retenu pour chacun de ces moments de mesure est la moyenne des trois essais lui étant consacrés.

3.2.2. Contrôle organoleptique

On qualifie d'organoleptique tout ce qui est susceptible d'exciter un récepteur sensoriel. Ainsi, l'apparence, l'odeur, le goût, la texture ou encore la consistance constituent les qualités organoleptiques d'un aliment ou d'un produit en général. Un contrôle organoleptique consiste donc à observer un produit sous ses différents aspects, en faisant intervenir tous nos sens qui jouent, chacun, un rôle crucial.

Par ce contrôle, nous avons ainsi vérifié l'aspect, la texture, l'odeur ainsi que la couleur de nos GHAs préparés suivant les différentes formules. L'aspect des GHAs devant être semi-solide avec une texture de gel. L'odeur devant être alcoolisée ou adoptant la senteur de l'huile essentielle intégrée, pour la catégorie de nos GHAs comprenant dans leurs formules une HE. La couleur devant être, quant à elle, purement transparente pour tous les GHAs.

3.2.3. Test d'homogénéité

L'homogénéité illustre l'unité des composants d'un produit. Un mélange homogène est un mélange dont on ne peut pas distinguer les différents éléments à l'œil nu après agitation.

Nous avons effectué ce test à l'aide d'un microscope optique (figure 15).



Figure 15 : Microscope optique

Ainsi, nous avons mis une goutte de chacun de nos GHAs préparés suivant les différentes formules sous microscope optique afin d'en vérifier l'homogénéité. L'image devant montrer des particules, soit des différents composants, non dispersées reflétant un parfait rapprochement.

3.2.4. Étude rhéologique

La rhéologie est une branche de la physique qui étudie l'écoulement ou la déformation des corps sous l'effet des contraintes qui leurs sont appliquées, en fonction de leur vitesse de cisaillement. Elle joue un rôle important dans ce qu'on appelle les procédés. Autrement dit, la rationalisation des opérations de mélange et de dispersion. Elle fournit une caractérisation très complète et très précise de la structure, permettant des corrélations et des interprétations moléculaires ^[30].

L'étude rhéologique intègre maintes propriétés et en fournit une identification et un suivi. La mesure de ces propriétés rhéologiques aide à développer un meilleur produit, à prédire ses performances lors de son utilisation par les consommateurs, aussi à prédire ses propriétés physiques pendant et après production ^[30]. Parmi ces propriétés on distingue la viscosité.

La viscosité illustre l'ensemble des phénomènes de résistance à l'écoulement uniforme et sans turbulence d'un fluide, ou se produisant dans la masse d'une matière. Elle est exprimée par un coefficient représentant la contrainte de cisaillement nécessaire pour produire un gradient de vitesse d'écoulement d'une unité dans cette matière. La méthode de sa mesure consiste à mesurer la force qui s'exerce sur un mobile lorsqu'il est mis en rotation dans un liquide à une vitesse angulaire (vitesse de rotation) constante ^[31].

La viscosité rhéologique de nos GHAs a été évaluée par des déterminants rhéologiques dans un rhéomètre modèle Visco Tester VT550, muni d'un dispositif de rotation, avec un cône-plat relié à un programme de logiciel. Les paramètres rhéologiques sont déterminés à la $T^{\circ} = 21^{\circ}\text{C}$, $t = 300$ secs. L'analyse de nos GHAs est effectuée après 48h de leur réalisation. Le résultat devant dégager une viscosité idéale à +/- 1.2 Pa/s, pouvant varier jusqu'à 2.5 Pa/s.

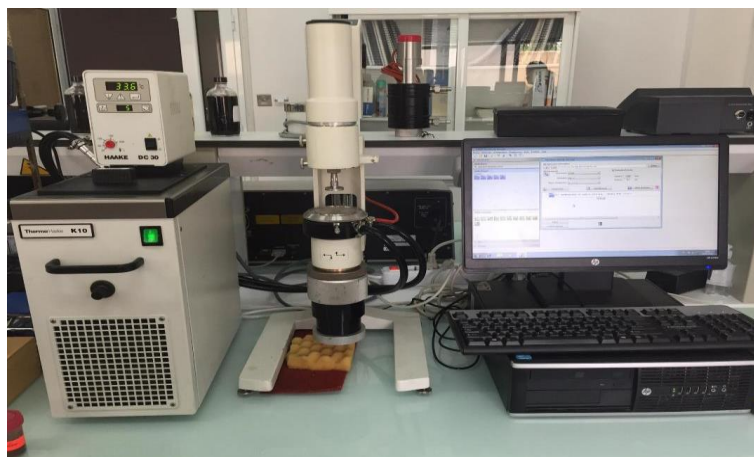


Figure 16 : Rhéomètre

3.2.5. Contrôle de l'activité antimicrobienne des GHAs

L'activité antimicrobienne est l'action que prend une famille de substances, dont les produits hydroalcooliques en général, de tuer ou de ralentir la croissance des microbes tels que les bactéries, les champignons et les virus [32]. Il s'agit respectivement de l'activité antibactérienne, antifongique et antivirale.

a. Activité antibactérienne des GHAs

Nous avons effectué un contrôle de l'activité antibactérienne de tous les GHAs que nous avons préparé suivant les différentes formules à savoir : le GHA éthanol 70°, le GHA éthanol 50°, le GHA méthanol 70°, le GHA à l'HE de citron, le GHA à l'HE de romarin, le GHA à l'HE de la menthe. Nous avons ainsi effectué l'expérience en utilisant deux quantités de chaque gel :

- 1ml de gel hydroalcoolique

En effet, pour une durée de contact de 15 secondes à 30 secondes, nous avons mis, à la date du 13 septembre, 1ml de chacun des GHAs préparés, en contact avec une solution bactérienne d'environ 10^8 UFC de deux sortes de bactéries -soit le nombre de bactéries généralement présentes sur une seule main- séparément, nommées *e-coli-coliformes* et *staphylococcus aureus* connues pour être très fréquemment présentes dans l'environnement en étant très contagieuses et résistantes.

Nous avons par la suite transféré un peu de chacun des deux liquides obtenus pour chaque gel à l'aide d'une anse pasteur bouclée dans une boîte de pétri au milieu de culture « Mueller-hinton ». Le temps d'incubation était de 72h pour les deux bactéries à une température de 37°C.

- 1.5ml de gel hydroalcoolique

Pour cette expérience nous avons exactement reproduit, à la date du 16 septembre, les mêmes étapes décrites ci-dessus, en utilisant cependant 1.5ml de chacun des GHAs préparés, sur les mêmes bactéries.

b. Activité antifongique des GHAs

Nous avons effectué un contrôle de l'activité antifongique sur les mêmes GHAs qui ont fait sujet du contrôle de l'activité antibactérienne, en utilisant les mêmes quantités de gel et adoptant la même démarche comme suit :

- 1ml de gel hydroalcoolique

Pour une durée de contact de 15 secondes à 30 secondes, nous avons mis, à la date du 13 septembre, 1ml de chacun des GHAs préparés, en contact avec une solution fongique d'environ 10^8 de levures et moisissures. Nous avons par la suite transféré un peu du liquide obtenu pour chaque gel, toujours à l'aide d'une anse pasteur bouclée, dans une boîte de pétri au milieu de culture M-H. Le temps d'incubation était de 3 à 5 jours pour ces levures et moisissures à une température de 25°C.

- 1.5ml de gel hydroalcoolique

Pour cette expérience nous avons exactement reproduit, à la date du 16 septembre, les mêmes étapes décrites ci-dessus, en utilisant cependant 1.5ml de chacun des GHAs préparés, sur les mêmes levures et moisissures.

c. Activité antibactérienne et antifongique de l'éthanol 70°

Ayant constaté que l'alcool éthanol 70° représente le principe actif dans multiples PHA, nous avons prévu de vérifier sa capacité à lui seul à agir efficacement sur les microbes, surtout que des études comparatives à d'autres alcools stipulent son efficacité virucide supérieure à ceux-ci. Cela en le confrontant aux mêmes bactéries et moisissures que celles sur lesquelles nous avons testé nos GHAs, avec les mêmes quantités (1ml et 1.5ml d'alcool), adoptant la même procédure.

Concernant l'activité antivirale des GHAs préparés suivant les différentes formules, celle-ci n'a regrettamment pas pu être démontrée, faute de conjoncture. En effet, au niveau national cette étude ne peut être effectuée qu'au niveau de l'institut Pasteur. Ainsi, étant donné la crise sanitaire que traverse le monde, particulièrement le pays due au corona-virus, et la pression que subit cet institut, lui devant actuellement focaliser le moindre effort sur comment mener à bien toutes les opérations de vaccination, nous nous sommes retrouvées face à une entrave majeure nous privant de réaliser un contrôle des plus ultimement essentiels, celui de l'activité antivirale de nos gels.

Chapitre III : Résultats et discussion

« Les plus grands risques sont solidaires des plus grands succès »

Jean Guitton

Nous avons pu venir au bout de la première étape de notre étude en préparant nos gels hydroalcooliques suivant les différentes formules adoptées. Nous avons ensuite pu les passer sous différents contrôles, prévus afin de pouvoir en déduire la qualité et l'efficacité.

Ce troisième chapitre de notre travail de recherche sera ainsi entièrement dédié aux résultats de ces différents contrôles effectués, ainsi qu'à leur discussion.

1. Préparation des gels hydroalcooliques

Pour toutes les formules 1, 2, 3, et 5, nous avons réussi à obtenir un gel hydroalcoolique. Cela signifie que toutes les matières premières ainsi que leurs dosages étaient bien choisis. Nous avons ainsi réussi à obtenir à chaque fois la consistance d'un gel, comme le montre la figure 17.



Figure 17 : Consistance de gel pour les formules 1, 2, 3, et 5

Pour la formule 4, nous n'avons cependant pas pu obtenir un gel hydroalcoolique malgré plusieurs tentatives, même après la prolongation de la période d'agitation. Cela signifie que l'amidon ne peut pas jouer le rôle d'un gélifiant dans la préparation d'un GHA et venir ainsi substituer au carbopol. La figure 18 montre que le mélange est ainsi resté liquide.



Figure 18 : Consistance liquide pour la formule 4

Ainsi, uniquement les résultats des quatre autres formules ont fait l'objet des différents contrôles et tests, ainsi que des différentes études.

2. Contrôle qualité

Les gels hydroalcooliques obtenus suivant les quatre différentes formules adoptées ont fait l'objet de plusieurs contrôles afin d'en tester la qualité et l'efficacité.

2.1. Contrôle physico-chimique

Le contrôle physico-chimique a concerné la mesure de la densité ainsi que la mesure du potentiel d'hydrogène pH.

2.1.1. Mesure de densité

Le tableau 5 suivant retrace les résultats de mesure de densité obtenus pour les GHAs adoptés :

Tableau 5 : Résultats de mesure de densité des GHAs préparés

GHAs	Éthanol 70°	Éthanol 50°	Méthanol 70°	Éthanol 70°+ HE citron	Éthanol 70° + HE romarin	Éthanol 70° + HE menthe
Densité	0.877	0.924	0.877	0.897	0.900	0.915

Comme le montre très bien le tableau, tous les résultats varient aux alentours de 0.862 [29]. Nos GHAs sont donc conformes en terme de densité.

2.1.2. Mesure du potentiel d'hydrogène pH

Le tableau 6 suivant retrace les résultats de mesure du pH obtenus pour les GHAs adoptés, avant, au moment et après l'ajout de la TEA :

Tableau 6 : Résultats de mesure du pH des GHAs préparés

GHAs	Éthanol 70°	Éthanol 50°	Méthanol 70°	Éthanol 70°+ HE citron	Éthanol 70° + HE romarin	Éthanol 70° + HE menthe
pH avant l'ajout de la TEA	4.55	4.31	4.31	4.51	4.53	4.56
pH au moment de l'ajout de la TEA	5.70	5.25	5.58	5.70	5.72	5.73
pH après l'ajout de la TEA	7.31	7.22	6.49	6.62	6.78	7.00

D'après les résultats enregistrés, nous avons constaté qu'avant l'ajout de la TEA, le pH du mélange de chacune des formules était acide. Au moment de l'ajout de la TEA, le pH s'est mis à croître jusqu'à obtention du GHA. Nous concluons ainsi que la TEA joue un rôle crucial dans la stabilisation du pH d'un GHA.

Les résultats montrent par ailleurs que les formules de gels étant le plus à préconiser en terme de pH, sont bien celles de l'éthanol 70°, éthanol 50° et éthanol 70° + HE menthe, car laissent ressortir des GHAs avec un pH plus favorable pour la peau.

2.2. Contrôle organoleptique

Le tableau 7 ci-dessous illustre les résultats du contrôle organoleptique effectué sur les GHA préparés :

Tableau 7 : Résultats du contrôle organoleptique des GHAs

GHAs	Éthanol 70°	Éthanol 50°	Méthanol 70°	Éthanol 70°+ HE citron	Éthanol 70° + HE romarin	Éthanol 70° + HE menthe
Aspect	semi-solide	semi-solide	semi-solide	semi-solide	semi-solide	semi-solide
Odeur	Alcoolisée	Alcoolisée	Alcoolisée	Citron	Romarin	Menthe
Couleur	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente	Transparente
Texture	Gel	Gel	Gel	Gel	Gel	Gel

Les résultats de ce contrôle montrent que tous les GHAs sont conformes aux normes organoleptiques d'un GHA de qualité. Ils partagent tous les mêmes propriétés mise à part l'odeur, car dépend du fait d'ajouter ou pas des senteurs, ou d'huiles essentielles comme dans notre cas. Autrement, celle-ci devrait dégager une senteur alcoolisée.

2.3. Test d'homogénéité

L'observation sous microscope optique des différents GHAs préparés nous a permis de contrôler leur homogénéité, et d'obtenir ainsi les figures 19, 20, 21, 22, 23, et 24 suivantes :

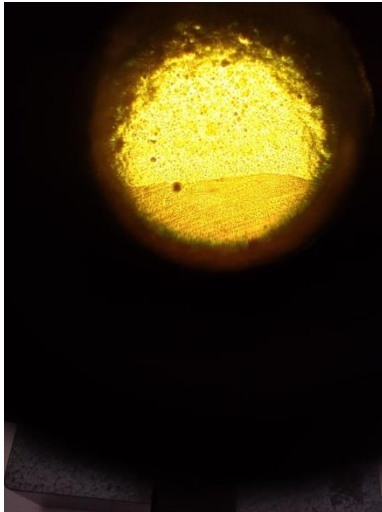


Figure 19 : Vue sous microscope du GHA éthanol 70°

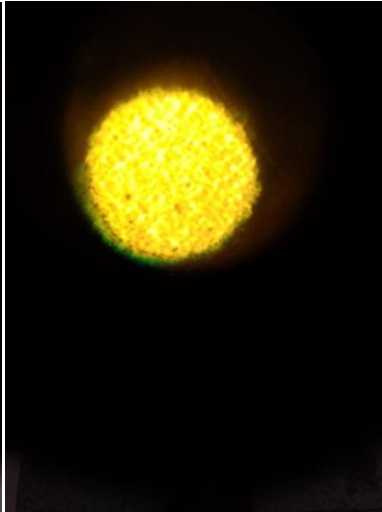


Figure 20 : Vue sous microscope du GHA éthanol 50°

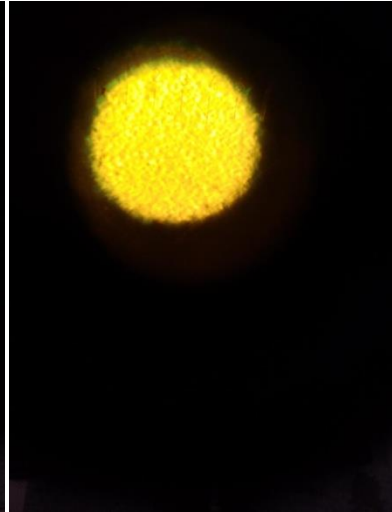


Figure 21 : Vue sous microscope du GHA méthanol 70°



Figure 22 : Vue sous microscope du GHA éthanol 70° + HE citron

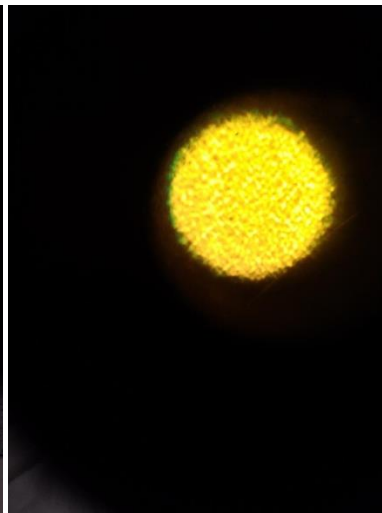


Figure 23 : Vue sous microscope du GHA éthanol 70° + HE romarin

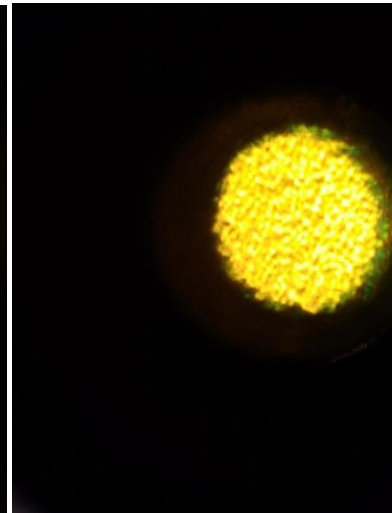


Figure 24 : Vue sous microscope du GHA éthanol 70° + HE menthe

D'après les figures ci-dessus obtenues à l'aide du microscope, laissant apparaître des particules non dispersées, même très rapprochées, nous pouvons alors déduire que tous les GHAs préparés et mis sous test sont homogènes.

2.4. Étude rhéologique

Étant un paramètre essentiel qui décide de la qualité d'un GHA, nous avons ainsi choisi la viscosité comme propriété rhéologique à analyser. Les figures 25, 26, 27, et 28 suivantes illustrent les courbes enregistrées par le rhéomètre pour la viscosité et la contrainte de cisaillement des GHAs en fonction de la vitesse de cisaillement :

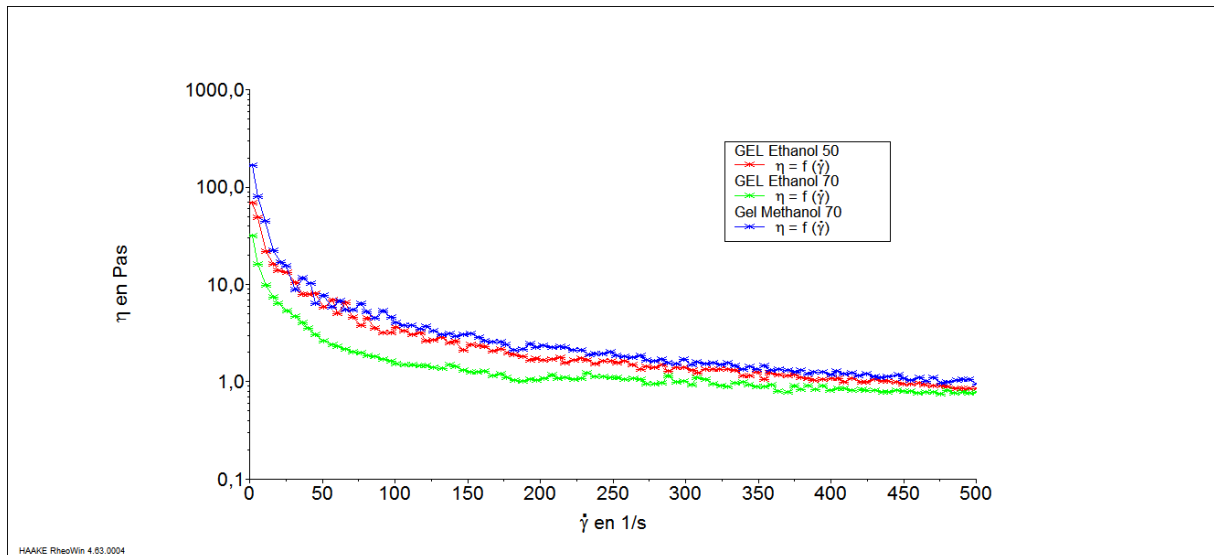


Figure 25 : Courbe de viscosité des GHAs avec variation du principe actif en fonction de la vitesse de cisaillement.

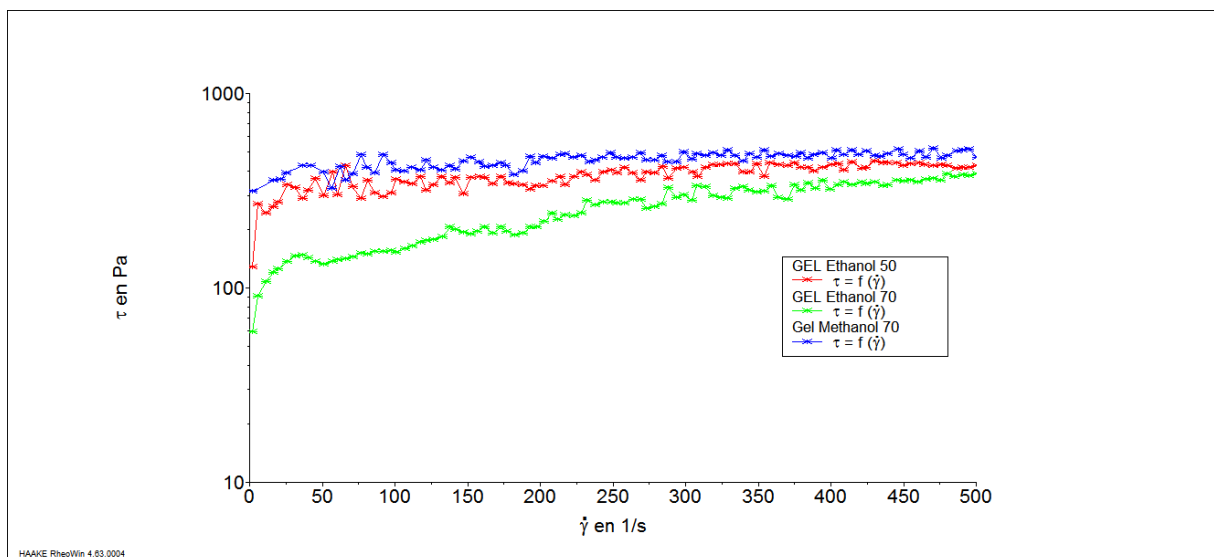


Figure 26 : Courbe de la contrainte de cisaillement des GHAs avec variation du principe actif en fonction de la vitesse de cisaillement.

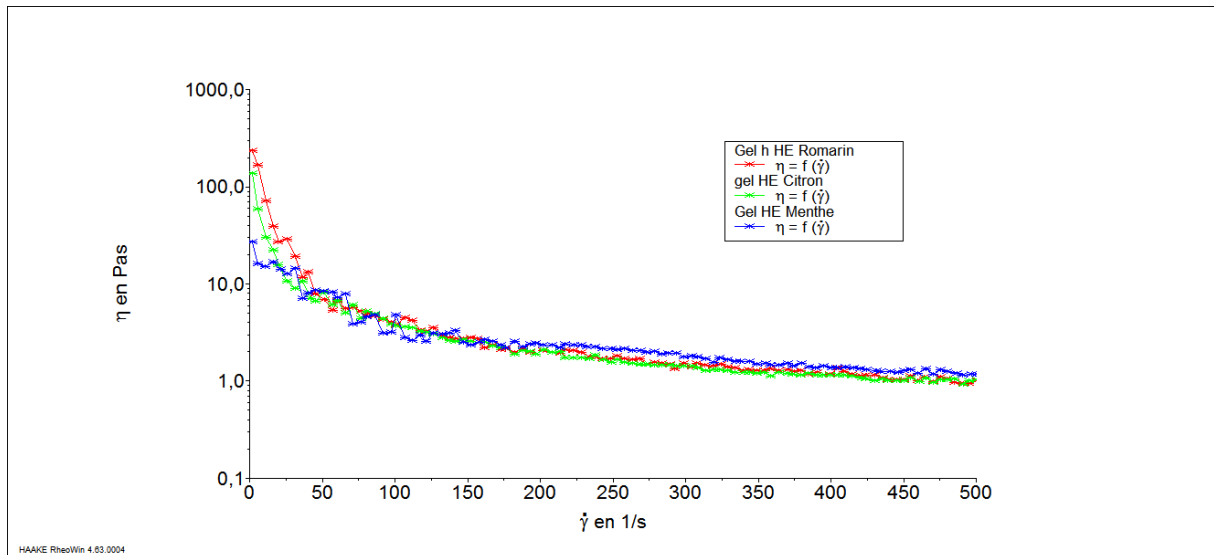


Figure 27 : Courbe de viscosité des GHAs avec maintien du principe actif éthanol 70° et variation de l'HE en fonction de la vitesse de cisaillement.

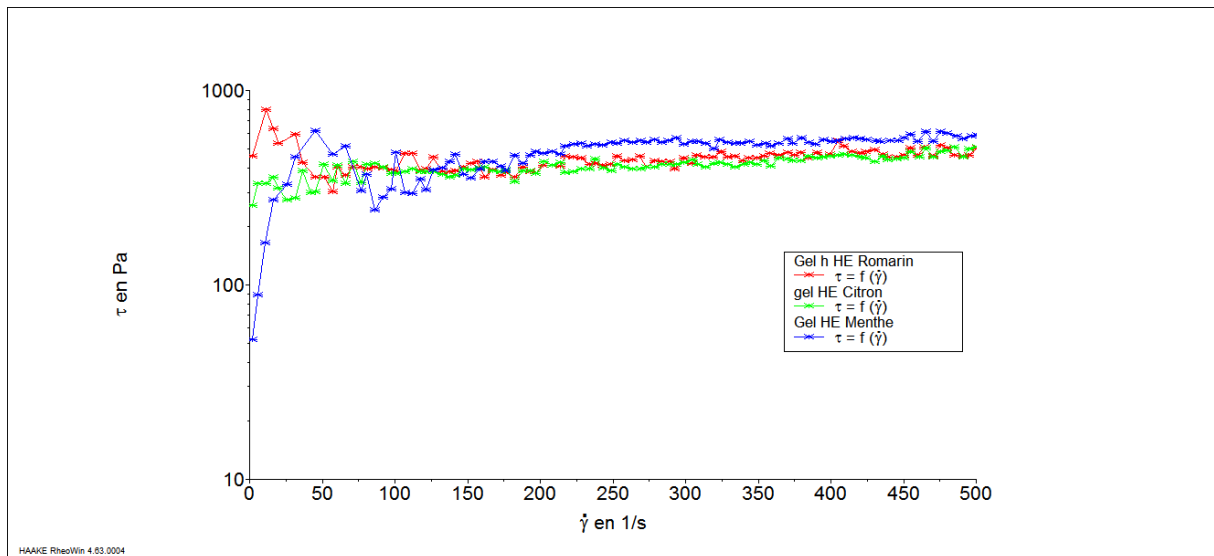


Figure 28 : Courbe de la contrainte de cisaillement des GHAs avec maintien du principe actif éthanol 70° et variation de l'HE en fonction de la vitesse de cisaillement.

À partir des courbes ci-dessus, nous constatons une corrélation négative entre la viscosité et la contrainte de cisaillement des GHAs en fonction de la vitesse de cisaillement, de sorte qu'une tendance à la baisse de la viscosité est enregistrée à chaque augmentation de la contrainte de cisaillement. Nous déduisons ainsi que nos GHAs sont des fluides rhéofluidifiants [33], c'est-à-dire que leur viscosité diminue lorsque la vitesse de cisaillement augmente. Plus ils auront une vitesse de cisaillement élevée, plus leur viscosité sera faible.

Les courbes de viscosité montrent par ailleurs que tous nos GHAs disposent d'une viscosité moyenne idéale, pas trop élevée, stabilisée autour des 1.3 Pa/s.

2.5. Contrôle de l'activité antimicrobienne des GHAs

Le contrôle de l'activité antimicrobienne, comme précédemment expliqué plus haut, a uniquement concerné l'activité antibactérienne et antifongique des GHAs préparés, faute de conjoncture et d'absence de moyens pour pouvoir accomplir un contrôle antiviral.

2.5.1. Contrôle de l'activité antibactérienne des GHAs

Le contrôle de l'activité antibactérienne des GHAs était effectué en utilisant deux quantités de chaque GHA - 1ml et 1.5ml - sur deux sortes de bactéries *e-coli-coliformes* et *staphylococcus aureus* - à deux dates différentes - 13 septembre et 16 septembre respectivement - .

Les résultats obtenus pour la bactérie « *e-coli-coliformes* » sont traduits par la figure 29 pour 1ml de GHAs (expérience du 13 septembre), et par la figure 30 pour 1.5ml de GHAs (expérience du 16 septembre) comme suit :

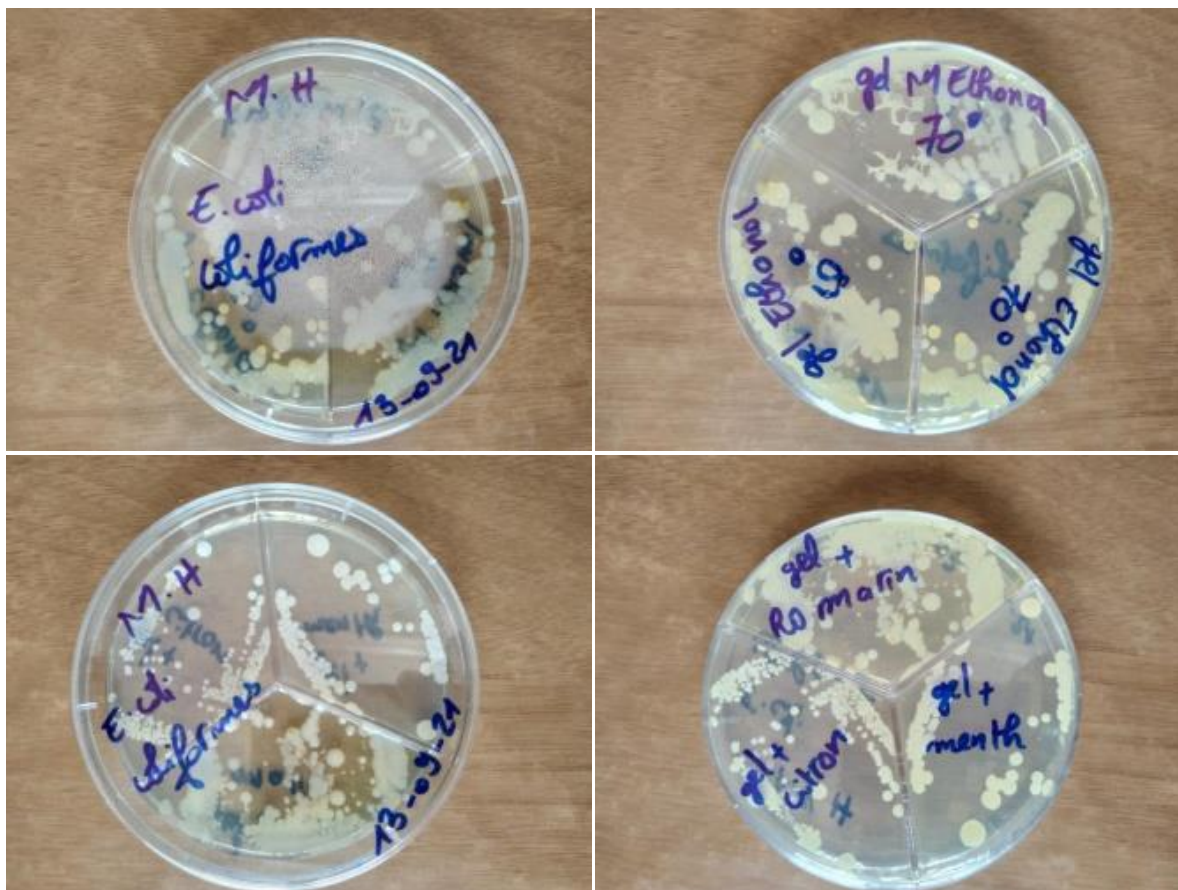


Figure 29 : Résultats du contrôle de l'activité antibactérienne des GHAs avec 1ml de gel pour la bactérie *e-coli-coliformes*

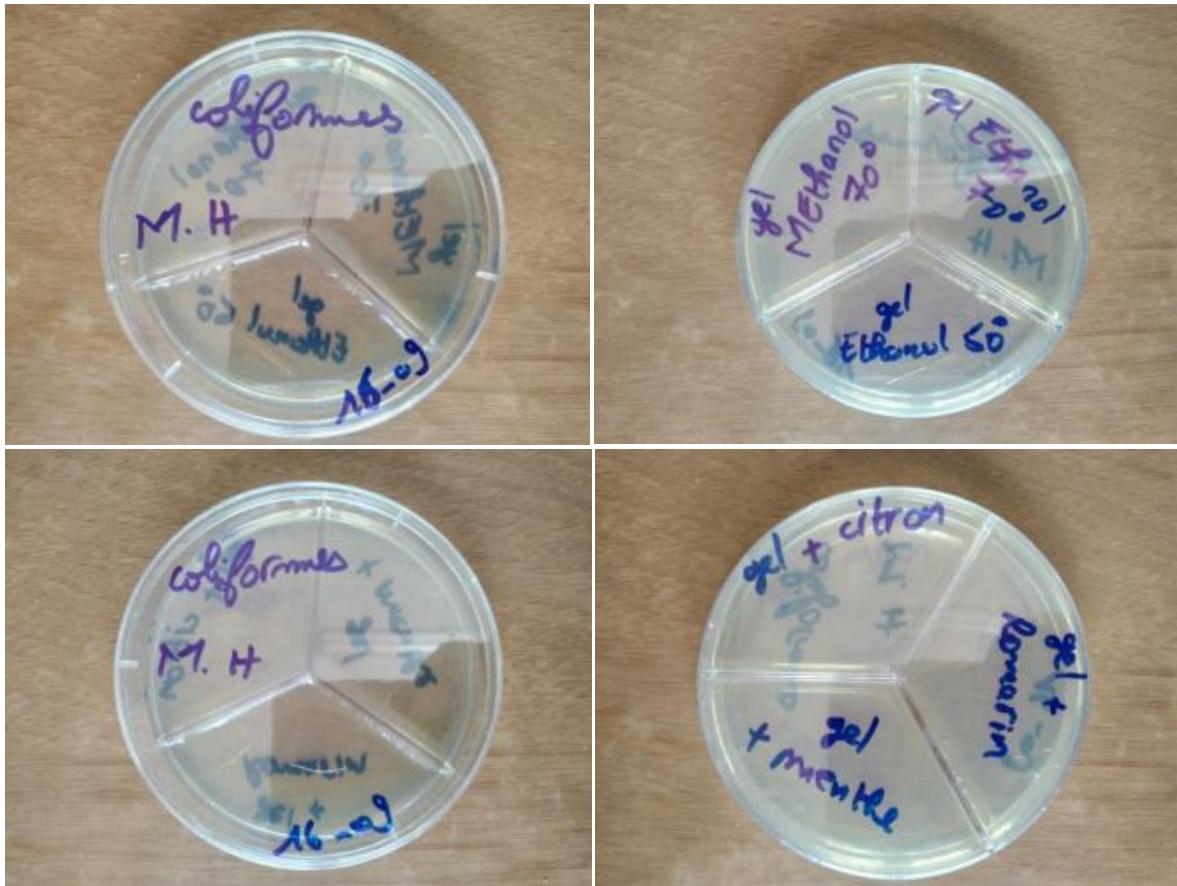


Figure 30 : Résultats du contrôle de l'activité antibactérienne des GHAs avec 1.5ml de gel pour la bactérie *e-coli-coliformes*

Comme le montre la figure 29, avec la quantité d'1ml, aucun des six GHAs n'était efficace contre la bactérie *e-coli-coliformes*, celle-ci au contraire a bien pu librement se multiplier. Par contre, après augmentation de cette quantité de 1ml à 1.5ml (figure 30), nous avons constaté une destruction totale de cette bactérie par tous les GHAs testés.

Les résultats obtenus pour la bactérie « *staphylococcus aureus* » sont traduits par la figure 31 pour 1ml de GHAs (expérience du 13 septembre), et par la figure 32 pour 1.5ml de GHAs (expérience du 16 septembre) comme suit :

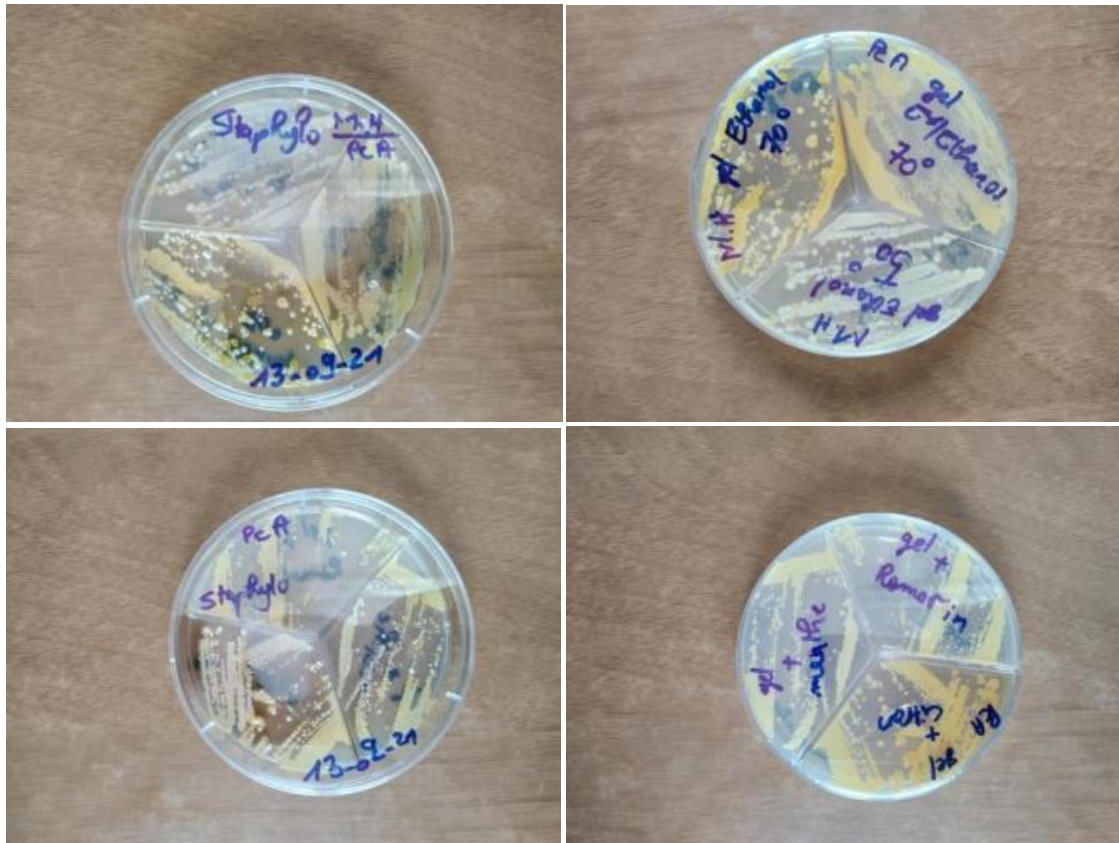


Figure 31 : Résultats du contrôle de l'activité antibactérienne des GHAs avec 1ml de gel pour la bactérie *staphylococcus aureus*

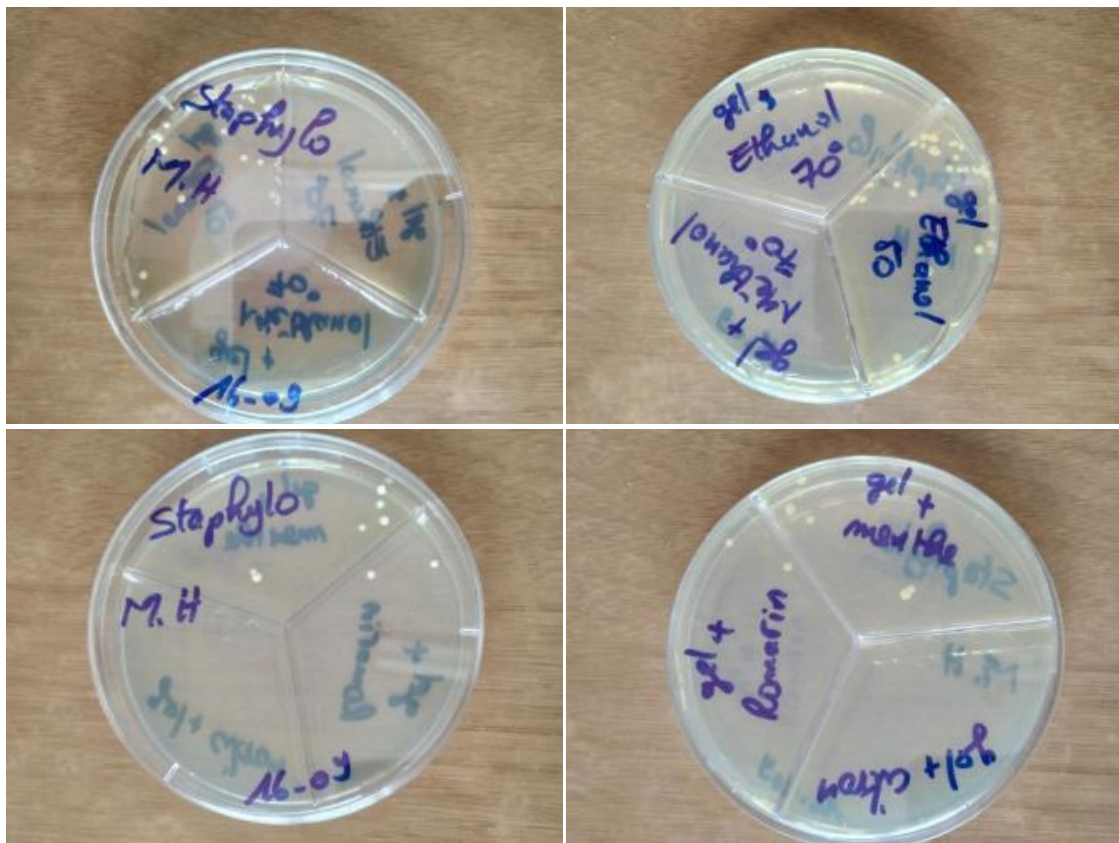


Figure 32 : Résultats du contrôle de l'activité antibactérienne des GHAs avec 1.5ml de gel pour la bactérie *staphylococcus aureus*

Comme le montre la figure 31, avec la quantité d'1ml, aucun des six GHAs n'était efficace contre la bactérie *staphylococcus aureus*. Celle-ci, tout comme la bactérie *e-coli-coliformes*, a très bien pu librement se multiplier. Par contre, après augmentation de cette quantité de 1ml à 1.5ml (figure 32), nous avons constaté :

- Une destruction totale de la bactérie par les GHAs éthanol 70°, méthanol 70° et éthanol 70° + HE du citron ;
- Une destruction presque parfaite de la bactérie par les GHAs éthanol 70° + HE de romarin et éthanol 70° + HE de menthe ;
- Une destruction partielle moins satisfaisante de la bactérie par le gel éthanol 50°.

Ainsi, nous déduisons que la quantité du GHA à appliquer joue un rôle crucial dans son efficacité face aux bactéries, comme c'était le cas face à la bactérie *e-coli-coliformes*. Toutefois, sans une formule optimale, un GHA voit son efficacité diminuer voire disparaître face à certaines bactéries même avec d'importantes quantités appliquées, comme c'était le cas face à la bactérie *staphylococcus aureus*.

2.5.2. Contrôle de l'activité antifongique des GHAs

Le contrôle de l'activité antifongique était effectué en utilisant deux quantités de chaque GHA - 1ml et 1.5ml - sur un ensemble de levures et moisissures à deux dates différentes - 13 septembre et 16 septembre respectivement -. Les résultats obtenus sont traduits par la figure 33 pour 1ml de GHAs (expérience du 13 septembre), et par la figure 34 pour 1.5ml de GHAs (expérience du 16 septembre) comme suit :



Figure 33 : Résultats du contrôle de l'activité antifongique des GHAs avec 1ml de gel pour les levures et moisissures

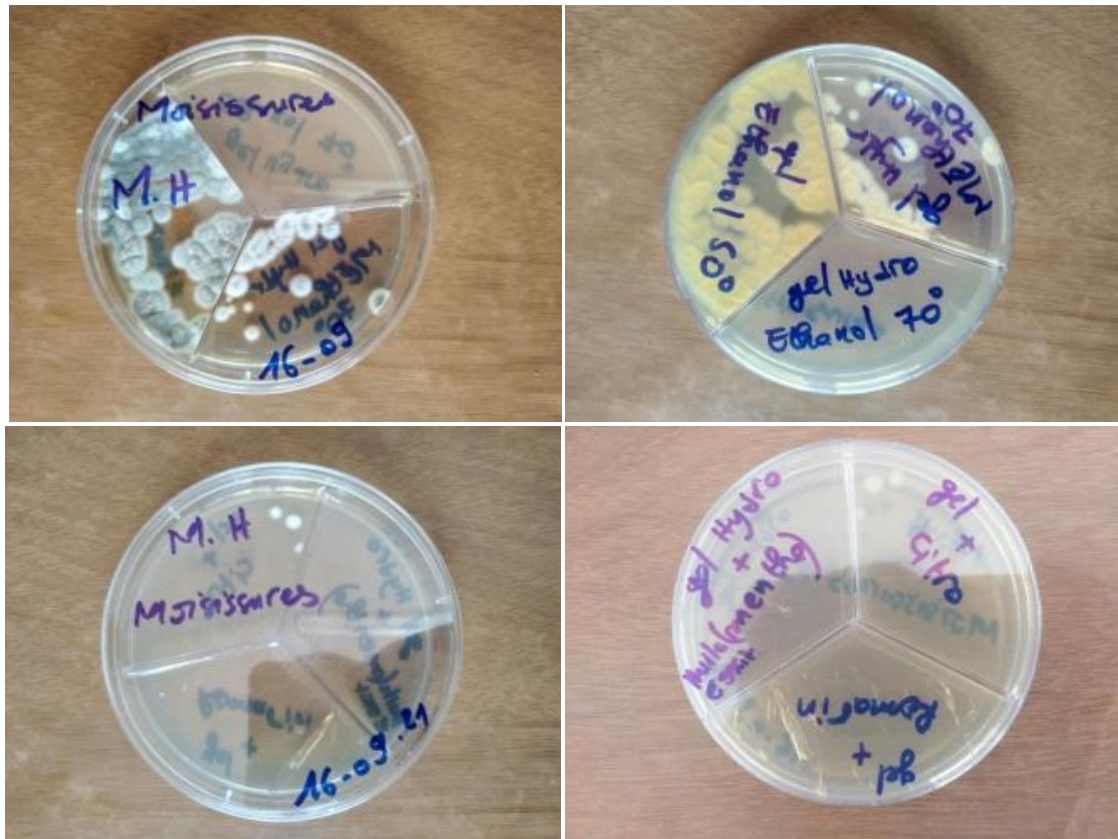


Figure 34 : Résultats du contrôle de l'activité antifongique des GHAs avec 1.5ml de gel pour les levures et moisissures

Comme le montre la figure 33, avec la quantité d'1ml, aucun des six GHAs n'était efficace contre les levures et moisissures, qui ont pu se multiplier librement. Par contre, après augmentation de cette quantité de 1ml à 1.5ml (figure 34), nous avons constaté :

- Une destruction totale des levures et moisissures par les GHAs éthanol 70°, éthanol 70°+ HE de romarin et éthanol 70°+ HE de menthe ;
- Une efficacité relative des GHAs méthanol 70° et éthanol 70°+ HE du citron ;
- Un échec du GHA éthanol 50°.

Ainsi, de même que pour les bactéries, nous déduisons que la quantité du GHA à appliquer joue un rôle crucial dans son efficacité face aux levures et moisissures. Toutefois, sans une formule optimale, un GHA se trouve vulnérable face à la résistance de certaines espèces fongiques même avec d'importantes quantités appliquées, comme c'était le cas ici.

2.5.3. Contrôle de l'activité antibactérienne et antifongique de l'éthanol 70°

Le contrôle de l'activité antibactérienne et antifongique d'éthanol 70° était effectué sur les mêmes bactéries et moisissures, en utilisant les mêmes quantités que pour les GHAs (1ml et 1.5ml), cependant à la même date - 16 septembre -. Les résultats obtenus sont traduits par la figure 35 pour 1ml d'éthanol, et par la figure 36 pour 1.5ml d'éthanol comme suit :

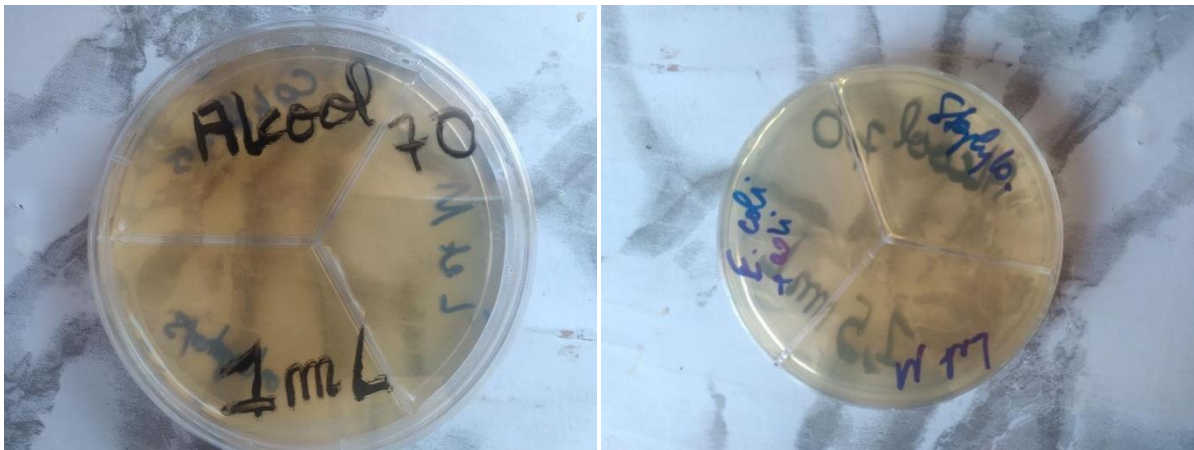


Figure 35 : Résultats du contrôle de l'activité antibactérienne et antifongique de 1ml d'éthanol 70° pour les mêmes bactéries et LM



Figure 36 : Résultats du contrôle de l'activité antibactérienne et antifongique de 1.5ml d'éthanol 70° pour les mêmes bactéries et LM

Comme le montrent bien les figures 35 et 36, l'éthanol 70° était parfaitement efficace contre les deux sortes de bactéries - *staphylococcus aureus* et *e-coli-coliformes* - ainsi que contre les levures et moisissures. Cette efficacité était déjà visible pour la quantité de 1ml d'éthanol qui était suffisante afin d'actionner le processus de destruction des microbes (figure 35). Le même résultat a été ainsi enregistré pour la quantité supérieure de 1.5ml (figure 36).

Nous confirmons ainsi l'efficacité indiscutable de l'éthanol 70° à agir sur les bactéries et les LM, plus ou moins reflétée dans celle de la plupart des GHAs dont il était principe actif, qui étaient pour tous efficaces au moins contre l'un des micro-organismes.

3. Discussion des résultats

D'après les résultats des différents contrôles que nous avons effectués sur nos GHAs, il s'est avéré que ceux-ci :

- Disposent des bonnes propriétés physico-chimiques dont devrait disposer un GHA, à savoir une bonne densité ainsi qu'un bon pH ;
- Représentent des propriétés organoleptiques adéquates ;
- Représentent des composants en parfaite homogénéité ;
- Présentent une viscosité idéale.

S'appuyant sur ces constatations, nous déduisons que tous les GHAs mis sous tests sont à priori des produits de qualité, puisque conformes à toutes les normes étant attribuées à un GHA idéal. Cependant, sans acquisition de la norme d'efficacité antimicrobienne, cette qualité serait alors insignifiante.

Le tableau 8 suivant résume ainsi l'action antibactérienne et antifongique développées par nos GHAs lors de leur confrontation avec lesdits micro-organismes pour 1.5ml de gel, nous rendant plus facile d'effectuer une comparaison entre eux en fonction de cette action, et de pouvoir ainsi distinguer ceux efficaces de ceux qui ne le sont pas :

Tableau 8 : Récapitulatif de l'action menée par nos GHAs sur les micro-organismes choisis pour 1.5ml de gel

	E-coli-coliformes	Staphylococcus	LM
GHA éthanol 70°	+	+	+
GHA méthanol 70°	+	+	+/-
GHA éthanol 50°	+	-	-
GHA éthanol 70° + HE de citron	+	+	+/-
GHA éthanol 70° + HE de romarin	+	+/-	+
GHA éthanol 70° + HE de menthe	+	+/-	+
+ GHA actifs	+/- GHA inconstamment actifs	- GHA inactifs	

D'après le tableau :

- Tous les GHAs étaient efficaces contre la bactérie *e-coli-coliformes* ;
- Uniquement les GHAs éthanol 70°, méthanol 70° et éthanol 70° + HE de citron étaient efficaces contre la bactérie *staphylococcus aureus* ;
- Seuls les GHAs éthanol 70°, éthanol 70° + HE de romarin et éthanol 70° + HE de menthe étaient efficaces contre les LM.

À souligner que tous les GHAs étaient inactifs sur les germes adoptés à la quantité de 1ml de gel utilisée, et que l'éthanol 70° s'est montré parfaitement efficace contre les mêmes germes, même à de faibles quantités (1ml d'alcool).

Le GHA éthanol 50° n'était actif que sur la bactérie *e-coli-coliformes*, qui serait probablement moins résistante que la bactérie *staphylococcus aureus* et les LM. Cela expose le fait qu'à ce degré d'alcool, l'éthanol est incapable de stimuler une action efficace contre les germes, lui étant surtout réputé pour son incapacité à dénaturer les protéines, ce qui explique l'incapacité de ce GHA à agir efficacement sur eux.

Pour les GHAs avec huiles essentielles, l'activité était relative. En effet, le GHA éthanol 70° + HE de citron était notamment efficace contre les deux bactéries sans pour autant l'être contre les LM. Les GHAs éthanol 70° + HE de romarin et éthanol 70° + HE de menthe étaient quant à eux efficaces contre la bactérie *e-coli-coliformes* et les LM, sans pour autant l'être contre la bactérie *staphylococcus aureus*. Nous constatons ainsi une activité inconstante à laquelle il n'est pas possible de se fier.

À ce stade, il paraît que les huiles essentielles, même combinées avec de l'éthanol 70° - dont l'efficacité absolue à agir sur les mêmes microbes, même à de faibles quantités, a bien été démontrée -, ne rajoutent rien aux GHAs en terme d'efficacité, et ne servent à rien si ce n'est qu'à leur donner une odeur agréable. Cela expose bien au contraire la probabilité à ce que l'ajout de ces huiles aurait ralenti l'activité de ce principe actif, et aurait été donc à l'origine de cet échec. Ces GHAs ne sont donc pas à préconiser.

S'agissant du GHA méthanol 70°, celui-ci a réussi à montrer une efficacité optimale face aux bactéries, en montrant cependant une efficacité relative face aux LM. Ainsi, de même que pour les GHAs avec HE, celui-ci est d'une activité inconstante qui ne permet donc pas de l'adopter. Le GHA méthanol 70° n'est donc pas à préconiser, surtout si l'on prend conscience du nombre d'inconvénients non négligeables qui lui sont associés, à savoir une fabrication difficile et délicate, un prix cher à cause de l'importation, une odeur désagréablement plus accentuée, et surtout : une plus haute toxicité.

En effet, d'autant plus qu'il présente un danger environnemental, ainsi que des dangers physico-chimiques, étant notamment très inflammable, il est par ailleurs hautement plus dangereux que l'éthanol, puisque plus toxique, pouvant sérieusement nuire à la santé humaine, comme le montre les pictogrammes sur son étiquette. Sa toxicité est oculaire et neurologique. Elle est valable par ingestion, contact cutané ainsi que par inhalation. Ainsi, une intoxication au méthanol pourrait induire des difficultés respiratoires sévères ainsi que des douleurs abdominales, et plus graves encore des troubles de la vision pouvant mener à la cécité, tandis qu'une inhalation de l'éthanol pourrait aux pires des cas provoquer une somnolence qui sera naturellement compensée par les mécanismes naturels du corps.

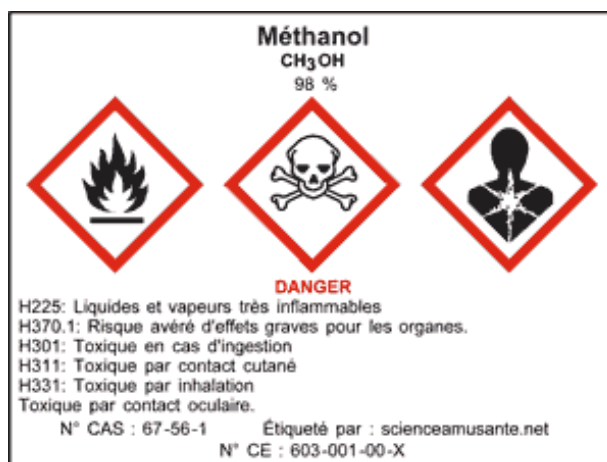


Figure 37 : Étiquette de l'alcool méthylique

Concernant le GHA éthanol 70°, celui-ci, quant à lui, a parfaitement réussi à démontrer son efficacité aussi bien sur les bactéries que sur les LM. Il est d'ailleurs le seul ayant tracé un parcours sans fautes face aux trois germes auxquels il était confronté, tandis que les autres GHAs, même ayant été efficaces contre certains, mais ayant cependant enregistré entre autres des faiblesses réduisant leur fiabilité, allant donc au détriment de les adopter.

Ainsi, le GHA étant le plus à préconiser, car conforme aux normes en termes de qualité et d'efficacité, est bien le GHA éthanol 70°. Celui-ci répond aux normes internationales d'efficacité NF EN1040 et NF EN1275 en étant ainsi bactéricide et fongicide respectivement.

Conclusion générale

*« Quand on prend la peine de bien travailler,
on a plus à douter du succès »*

Jean-Jacques Rousseau

Conclusion générale

Les GHAs jouent un rôle crucial dans la destruction des chaînes de contaminations de germes. Cependant, uniquement s'ils se révèlent de qualité, et démontrent une capacité à agir efficacement sur eux. Cela servirait en effet même à appuyer leur importance auprès des utilisateurs, et les inciter ainsi à s'en servir davantage. Chose qui serait d'ailleurs très utile quant à l'amélioration de la conjoncture actuelle, caractérisée par une crise sanitaire accrue.

Le présent travail a ainsi porté sur l'étude de l'efficacité des gels hydroalcooliques en fonction de leurs formules, afin d'en déduire la plus optimale.

Pour réaliser ce travail, nous étions d'abord amenés à préparer des GHAs selon cinq formules adoptées, et puis les passer sous différents contrôles de qualité, à savoir un contrôle physico-chimique, un contrôle organoleptique, un test d'homogénéité, une étude rhéologique, et une étude de l'activité antimicrobienne. Cependant, uniquement quatre ont pu subir ces contrôles, car l'une des formules (la formule 4), dont l'agent gélifiant utilisé était l'amidon à la place du carbopol, s'est montrée inapte, car ne nous a pas permis d'avoir un GHA, où le mélange obtenu s'est vu d'ailleurs rester liquide. Les GHAs obtenus de ces quatre formules restantes sont au nombre de six, car la formule 5 a concerné l'utilisation de trois types d'HEs, donnant ainsi, à elle seule, trois différents GHAs. Les GHAs ainsi obtenus sont : le GHA éthanol 70° ; le GHA méthanol 70° ; le GHA éthanol 50° ; le GHA éthanol 70° + HE de citron ; le GHA éthanol 70° + HE de romarin ; et le GHA éthanol 70° + HE de menthe.

Les résultats obtenus ont révélé la conformité de tous les GHAs aux normes de qualité, en terme de densité, de pH, de propriétés organoleptiques, d'homogénéité, et de viscosité. Les résultats de l'étude de l'activité antimicrobienne de ces GHAs sera donc celle qui tranchera de leur efficacité.

L'étude de cette activité a consisté à les affronter avec deux sortes de bactéries, étant *e-coli-coliformes* et *staphylococcus aureus*, ainsi qu'avec des levures et moisissures, avec deux différentes quantités de gel utilisées (1ml et 1.5ml), nous renseignant ainsi respectivement de leurs activités antibactériennes et antifongiques.

Les résultats obtenus ont montré des GHAs inactifs sur les germes à 1ml de gel utilisé. Leur activité n'était stimulée qu'avec la quantité de 1.5ml de gel, ce qui nous renseigne de part, de l'importance de la quantité de GHA appliquée dans son efficacité. Ainsi, les résultats obtenus pour 1.5ml de GHAs utilisés sont :

Conclusion générale

- Efficacité du GHA éthanol 50° uniquement sur la bactérie *e-coli-coliformes* ;
- Efficacité optimale des GHAs méthanol 70° et éthanol 70° + HE de citron sur les bactéries, contre une efficacité relative inconstante sur les LM ;
- Efficacité optimale des GHAs éthanol 70° + HE de romarin, et éthanol 70° + HE de menthe sur la bactérie *e-colis-coliformes* ainsi que sur les LM, contre une efficacité relative et inconstante sur la bactérie *staphylococcus aureus* ;
- Efficacité optimale du GHA éthanol 70° sur tous les germes utilisés dans cette étude.

D'après ces résultats, nous pouvons constater que :

- Tous les GHAs étaient efficaces contre la bactérie *e-coli-coliformes*, qui serait probablement beaucoup moins résistante que les autres germes ;
- La plupart des GHAs étaient efficaces face au moins deux des germes adoptés, mais sans pour autant l'être face aux trois à la fois, mis à part le GHA éthanol 50° qui était uniquement actif sur la bactérie *e-colis-coliformes*. Cela expose un échec pour ce dernier (GHA éthanol 50°), et une efficacité cependant relative et inconstante pour les GHAs méthanol 70°, éthanol 70° + HE de citron, éthanol 70° + HE de romarin, et éthanol 70° + HE de menthe;
- Uniquement le GHA éthanol 70° avait développée une efficacité optimale face aux deux bactéries et aux LM.

Une étude portant sur l'efficacité de l'éthanol 70°, à lui seul, a été par ailleurs menée, sur les mêmes germes, en adoptant la même démarche que pour les GHAs. Les résultats ont révélé une capacité optimale de l'éthanol 70° à agir efficacement sur les germes, même à de faibles quantités. Nous déduisons ainsi que :

- L'adoption des HE dans les formules des GHAs, même combinées avec l'éthanol 70°, ayant parfaitement démontré son activité germicide, ne leur rajoutent rien en terme d'efficacité, et ne servent à rien si ce n'est qu'à leur donner une agréable odeur. Cela expose bien au contraire la probabilité à ce que l'ajout de ces huiles aurait ralenti l'activité de cet alcool, et serait donc ainsi à l'origine de leur activité inconstante. Ces GHAs ne sont donc pas à préconiser ;
- L'éthanol à un degré inférieur à 70° n'est pas efficace contre les germes, ce qui explique l'échec du GHA éthanol 50°. Celui-ci n'est donc pas non plus à préconiser.

Conclusion générale

Le GHA méthanol 70° a aussi montré pour sa part une activité inconstante, nous obligeant ainsi à le classer dans la liste des GHAs à ne pas préconiser. En effet, même en ayant montré des résultats plus satisfaisants, il n'aurait pas été à adopter, car son principe actif (méthanol 70°) présente multiple inconvénients dont le fait d'une très haute toxicité, pouvant causer des troubles neurologiques et oculaires, pouvant même mener à la cécité en cas d'ingestion, d'inhalation, ou de contact cutané.

À la lumière de ces résultats, nous constatons que le GHA éthanol 70° est le plus conforme aux normes en termes de qualité et d'efficacité, car émane d'une formule idéale dans sa composition, lui ayant permis de complètement détruire les trois germes auxquels il était exposé. Ce produit est alors bactéricide (NF EN1040) et fongicide (NF EN1275).

Ainsi, la formule optimale pour la préparation d'un GHA efficace et de qualité est bien la formule 1.

Ainsi, comme l'objectif est la valorisation des GHAs auprès des utilisateurs, surtout en cette période de pandémie, nous pouvons alors déduire à travers le présent travail le fait qu'au final, l'utilisation d'un GHA ayant une formule de préparation optimale, avec une quantité suffisante de gel appliquée, tout en adoptant une friction hydroalcoolique conforme au protocole divulgué par l'OMS, est digne de protéger contre les germes, et ceux-ci sont donc appelés à maintenir même à renforcer leur observance. Cependant, ce travail est appelé à être complété, étant donné que nous n'avons regrettamment pas pu effectuer une étude sur l'activité antivirale des GHAs, en dépit de la crise sanitaire de la covid-19 qui charge l'institut Pasteur en pression, lui étant le seul organisme à pouvoir assurer cette catégorie d'études.

Par ailleurs, plusieurs études ont exposé l'efficacité, voire même, supérieure des mousses hydroalcooliques par rapport aux GHAs, celles-ci présumées offrir des avantages uniques et supérieurs à ceux offerts par ces derniers, en garantissant particulièrement une efficacité optimum. Ce travail est ainsi appelé à être approfondi, et ce afin notamment d'effectuer une étude comparative entre ces deux produits hydroalcooliques.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] Guide du Groupe Régional des Infirmiers Hygiénistes de Haute-Normandie, ‘‘Les produits hydroalcooliques : une belle histoire’’, GRIHNN 2005.
- [2] LWOFF. A, ‘‘The concept of virus’’, J Gen Microbial, vol. 17, n^o. 2, p. 53-239, 1957.
- [3] FLEURETTE. J, ‘‘Les flores microbiennes commensales de la peau et des muqueuses in : Antisepsie et Désinfection’’, EKSA éd, Paris, 1995.
- [4] TEYSSOU. R, KOECK. J-L, BUISSON. Y, ‘‘La flore cutanée, Revue Française des Laboratoires’’, 1997.
- [5] ‘‘Flore transitoire et flore résidente’’, www.aquaportail.com/florecutanée
- [6] BENGALY. L, ‘‘Implantaion et évaluation d’un programme de promotion d’hygiène des mains dans un hôpital national du Mali’’, Thèse de doctorat en science pharmaceutique, Université de Genève : Suisse, 2011.
- [7] GILLES. P, BRÜCKER. A, ‘‘Guide de bonnes pratiques : Hygiène des mains’’, 2001.
- [8] FREDJ. A, ‘‘Étude de l’utilisation des produits hydroalcooliques concernant l’hygiène des mains : enquête menée en ligne’’, Master Académique en Biologie, Université Mohamed Boudiaf de Msila, 2020.
- [9] HUGARD. L, ‘‘Hygiène et soins infirmiers’’, 2^{ème} éd, France : LAMARRE, 2003.
- [10] CARIP. C, ‘‘Microbiologie Hygiène : Bases microbiologiques de la diététique’’, Paris : LAVOISIER, 2008.
- [11] SAMAKE. S, ‘‘Mise en place de la stratégie multimodale de l’OMS pour la promotion de l’hygiène des mains’’, Thèse de doctorat en pharmacie, Université des sciences, des techniques et des technologies de Bamako, 2012.
- [12] Guide de production locale, ‘‘Formulation des produits hydroalcooliques recommandés par l’organisation mondiale de la santé’’.
[13] TRAVKINE. M, l’intérêt des produits hydroalcooliques en milieu hospitalier : collectivité en milieu individuel ou familial, Thèse de doctorat en pharmacie, Université de LORRAINE, 2012.
- [14] LEJEUNE. B, AHOGLLELZ. L, FOEGLE. J, HAJJAR. J, ‘‘L’hygiène des mains en question’’, 3^{ème} éd, Paris :EKTOPIC, 2008.
- [15] Guide d’hôpitaux universitaires de Genève, ‘‘Mode d’action des désinfectants : HUG’’, 2013.
- [16] CASTEL. O, ‘‘Science des antiseptiques : Mode d’action-spectre d’activité’’, 2016
- [17] FLEURETTE. J, FRENEY. J, REVERDY. M-E, ‘‘Antisepsie et Désinfection’’, Paris : ESKA, 1995.
- [18] Base de données, ‘‘Fiches Toxicologiques’’, inrs, 2018.
- [19] SPRINGINSFELD. F, Mécanismes de gélification et comportement rhéologique, Thèse de doctorat en pharmacie, Université Marie Curie : Paris, 2009.

Références bibliographiques

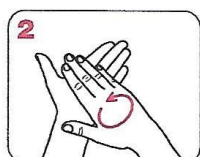
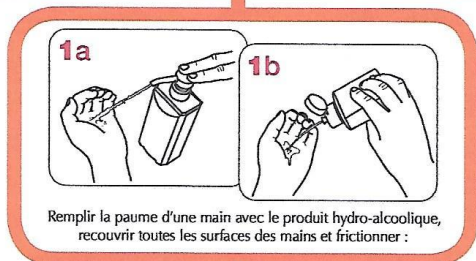
- [20] HADJ SADOK. A, MOULAI-MOSTEFA. N, BOUDA. A, “Étude de l’influence des facteurs de formulation sur les propriétés viscoélastiques d’un gel à base de carbopol”, n° 96, 96-102, 2013.
- [21] BENDAOU. A, “Fluide supercritique et liquide ionique comme plastifiants de polymères bisourcés :Application à l’amidon et à l’acétone de cellulose”, Thèse de doctorat en chimie et sciences des matériaux, Université Jean Monnet : Suisse, 2014.
- [22] Fiche toxicologique n° 115, “Triéthylamine, santé et sécurité au travail”, inrs.
- [23] CHARPENIER. B, HAMON-IORLÉACK. F, HARLAY. A, HUARD. A, RIDOUX. L, CHANSLLE. S, Guide du préparateur en pharmacie, 2^{ème} éd, Paris : Masson, 2007.
- [24] LARSON. L, MORTON. H, “Desinfection, sterilization and preservation”, 4^{ème} éd, Philadelphia, 1995.
- [25] CHOUTAH. O, “Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles”, Thèse de doctorat en Biochimie, Université d’Oran, 2012.
- [26] JOLLIET. P, FONTAINE. M, HERLIN. B, “Pharmacologie et soins infirmiers”, 2^{ème} éd, Paris : Masson, 2002.
- [27] “Bisphénol A : Perturbateur endocrinien”, <https://www.oorekasanté.fr>
- [28] GARNIER. H, “Les produits hydroalcooliques : de l’hôpital au grand public, Synthèse des informations à l’usage du pharmacien”, Thèse de doctorat en pharmacie, Université Joseph Fourier de Grenoble, 2010.
- [29] Fiche technique, “SECURIMED : expert de la santé au travail”, 2017.
- [30] BEN AZOUZ. K, “Relation entre propriétés rhéologiques et structure microscopique de dispersion de particules d’argile dans des dispersions de polymère”, Accessed :jun.04, 2021 : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00673467>.
- [31] Pharmacopée Européenne chapitre 2.2.10, “Viscosité : Méthode du viscosimètre rotatif”, 20210F.pdf.
- [32] BENABDALAH. R, FRIKA. D, MAALEJ. S, “Évolution in vitro de l’activité antimicrobienne et antifongique de quatre espèces”, V. 15, n° 31, P38-44, 2000.
- [33] Cours HAMMADI. L, “Rhéologies des fluides complexes”, Chapitre 2 : Fluide non-newtoniens USTOM.

Annexes

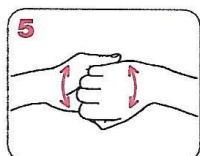
Annexe 1 : Méthodes d'hygiène des mains

Friction hydro-alcoolique – Comment ?

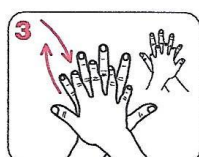
AVEC UN PRODUIT HYDRO-ALCOOLIQUE



Paume contre paume par mouvement de rotation,



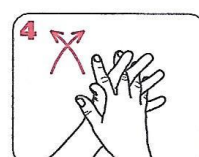
les dos des doigts en les tenant dans la paume des mains, opposées avec un mouvement d'aller-retour latéral,



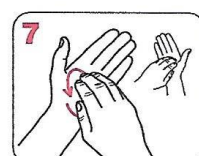
le dos de la main gauche avec un mouvement d'avant en arrière exercé par la paume droite, et vice versa,



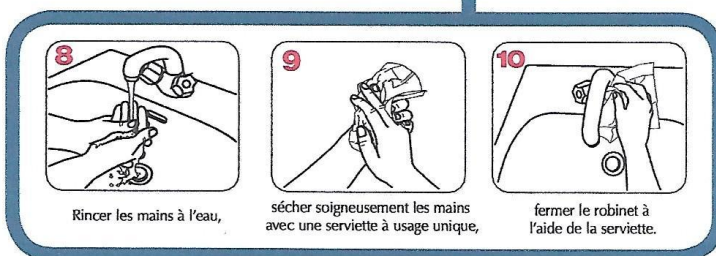
le pouce de la main gauche par rotation dans la paume refermée de la main droite, et vice versa,



les espaces interdigitaux paume contre paume, doigts entrelacés, en exerçant un mouvement d'avant en arrière,



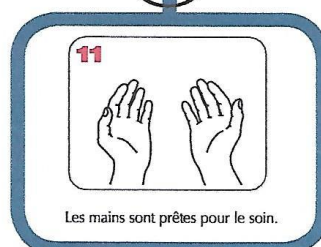
la pulpe des doigts de la main droite par rotation contre la paume de la main gauche, et vice versa.



20-30 secondes



40-60 secondes



Annexes

Annexe 2 : Les antiseptiques et leurs spectres d'activités

Familles	Gram+	Gram-	Mycobactéries	Levures	Moisissures	Virus nus	Virus enveloppés	spores
Alcools	+	+	+	+/-	+/-	+/-	+	-
Aldéhydes	+	+	+	+	+	+	+	+
Ammoniums quaternaires	+	+/-	-	+	+	+/-	+	-
Biguanides	+	+	+/-	+	+/-	+/-	+	-
Halogénés chlores et iodes	+	+	+	+	+	+	+	+
Oxydant : Désinfection	+	+	+	+	+	+	+	+
Oxydant : Antisepsie	+	+	-	+	+	+/-	+	-
+ Produits actifs			+/- Produits inconstamment actifs			- Produits inactifs		

Remarques :

- Aldéhydes : utilisation pour la désinfection uniquement ;
- Halogénés iodés : utilisation pour l'antisepsie uniquement ;
- Sporicides : halogénés (chlore et iode), glutaraldehyde, peroxyde d'hydrogène.

Annexes

Annexe 3 : Listing des produits fabriqués et commercialisés par la société Liza Pharm

Laboratoire

LIZA PHARM LABORATOIRE
Ets : FEDOUL .S
FABRICATION DE PRODUITS PARA-PHARMACEUTIQUES

Listing de nos produits disponible

N°	DESIGNATION	Quantité	Colisage
1	ALCOOL CH 70°	1L	12
2	ALCOOL CH 70°	250ML	30
3	ALCOOL CH 70°	125ML	30
4	ALCOOL CH 70°	60ML	30
5	ALCOOL CH 90°	1L	12
6	ALCOOL iodé	60ML	30
7	ALCOOL camphré	60ML	30
8	ALCOOL boriqué	60ML	30
9	Eosine aqueuse 2%	1L	12
10	Eosine aqueuse 2%	60ML	30
11	Eosine aqueuse 1%	1L	12
12	Eosine aqueuse 1%	60ML	30
13	Eau oxygénée 10V	1L	12
14	Eau oxygénée 10	100ML	30
15	DAKIN	1L	12
16	DAKIN	250ML	30
18	Bleu de méthylène	60ML	30
19	Mercurochrome	60ML	30
20	Bicarbonate de soude	100G	30
21	Vaseline codex	40G	24
22	Vaseline salicylée 1%	40G	24
23	Vaseline salicylée 2%	40G	24
24	Vaseline salicylée 3%	40G	24
25	Vaseline salicylée 5%	40G	24
26	Vaseline salicylée 10%	40G	24
27	Vaseline salicylée 20%	40G	24
28	Vaseline salicylée 30%	40G	24
29	Vaseline salicylée 50%	40G	24
30	HUILE de ricin	60ML	30
31	Huile d'amande	60ML	30
32	Glycérine	60ML	30
33	Gel hydro alcoolique	1l	12
34	Gel hydro alcoolique	500ml	16
35	Gel hydro alcoolique	100ml	30
36	Solution hydro alcoolique	1l	12
37	Solution hydro alcoolique	500ml	16

Adresse : local N°5 lieu dite ait hamidouche vglle immaache boudjima

Mobile : 0561791245/0676169538

Messagerie : fedoulsamia@gmail.com

Annexes

Annexe 4 : Les gels hydroalcooliques préparés suivant les différentes formules



Annexes



Annexes



Résumé

Le présent travail porte sur l'étude de l'efficacité des gels hydroalcooliques en fonction de leurs formules de préparations - afin d'en ressortir avec la meilleure - ayant pour objectif leur valorisation auprès des utilisateurs afin d'en appuyer l'observance, vu leur importance particulièrement en cette période de notre vie, étant marquée par la pandémie de la covid-19. Différents contrôles et tests, ainsi que différentes études menées sur des GHAs préparés suivant différentes formules, ont montré leur conformité aux normes de quantité en terme de densité, de pH, de propriétés organoleptiques, d'homogénéité et de viscosité, laissant ainsi l'étude de l'activité antimicrobienne menée sur deux sortes de bactéries, nomées E-coli-coliformes et Staphylococcus, ainsi que sur des levures et moisissures, décider de leur efficacité. Les résultats de cette étude ont montré une inactivité de tous les GHAs face aux trois germes à 1ml de gel utilisé, d'où a été constaté l'importance de la quantité à appliquer dans leur efficacité. Leur activité n'a été ainsi stimulé qu'à la quantité de 1.5ml de GHA utilisée, montrant ainsi une efficacité cependant relative et inconstante de certains GHAs face à certains des germes ; contre une efficacité parfaitement absolue du GHA éthanol 70° face à tous les germes auxquels il a été confronté. Ces résultats nous renseignent ainsi pleinement sur la formule idéale pour un GHA de qualité et efficace étant la formule 1.

Mots clés : GHA ; Contrôle qualité ; Activité antimicrobienne ; GHA efficace ; Formule idéale.

Abstract

This work focuses on the study of the effectiveness of hydroalcoholic gels according to their formulas of preparations - in order to bring out the best - with the objective of their valuation among users in order to support their compliance, given their particular importance in this period of our life, being marked by the covid-19 pandemic. Various controls and tests, as well as various studies carried out on HAGs prepared according to different formulas, have shown their compliance with quality standards in terms of density, pH, organoleptic properties, homogeneity and viscosity, thus leaving the study of antimicrobial activity carried out on two types of bacteria, called E-coli-coliforms and Staphylococci, as well as on yeasts and molds, to decide their effectiveness. The results of this study showed the inactivity of all HAGs against the three germs at 1ml of gel used, hence the importance of the quantity to be applied in their effectiveness. Their activity was therefore only stimulated at the dose of 1.5ml of HAG used, thus showing a however relative and inconsistent effectiveness of certain HAGs against certain germs ; against a perfectly absolute effectiveness of HAG ethanol at 70 ° against all the germs he encountered. These results thus fully inform us about the ideal formula for a quality and effective HAG being formula 1.

Keywords : HAG ; Quality control ; Antibacterial activity ; Effective HAG ; Ideal formula.

ملخص

يركز هذا العمل على دراسة فاعلية المواد الهلامية الكحولية وفقا لصيغ تركيباتها- هذا من أجل الخروج بالأفضل منها - , بهدف تقييمها بين المستخدمين من أجل دعم أمثالهم لها ، نظرا لأهميتها بشكل خاص في هذه الفترة من حياتنا، التي يميزها وجود وباء كوفيد-19. الضوابط والاختبارات، وكذلك الدراسات المختلفة التي أجريت على هذه المواد المحضرة وفقا للصيغ المختلفة ، امتثالها لمعايير الجودة من حيث الكثافة، درجة الحموضة، الخصائص الحسية ، التجانس وكذلك اللزوجة، وبالتالي ترك دراسة النشاط المضاد للمكروبات المنفذة على نوعين من البكتيريا أو - كولي - كوليفورم وستافيلوكوكوس ، وكذلك على الخمائر والعفن لتحديد فعاليتها . أظهرت نتائج هذه الأخيرة ، عدم فعالية جميع هذه المواد ضدّ الجراثيم الثلاثة عند 1مل من الهلام ، ومنها نستنتج أهمية الكمية التي يجب تطبيقها في فعاليتها . تحفيز نشاطها لم يكن إلا عند كمية 1.5مل من الهلام ، الذي أظهر فعالية ، لكن نسبية وغير متسقة لبعض منها، ضدّ بعض الجراثيم الثلاثة ؛ مقابل فعالية مطلقة للمنتج الهلامي الكحولي بالايثانول 70° ضدّ جميع الجراثيم التي تمت مواجهته بها ، وبالتالي كلّ هذه النتائج تخبرنا تماما عن الصيغة المثالية للحصول على منتج هلامي كحولي ذو جودة وفعالية.

كلمات مفتاحية: مواد هلامية كحولية، مراقبة الجودة ، النشاط المضاد للبكتيريا ، مادة هلامية كحولية فعالة، صيغة مثالية .