Concours C'Génial 2021

Lycée des Lumières

7 mars 2021

Projet:

Biogel Hydroalcoolique Mahorais

Par :

Faizati **SIMBA**

Sarah **REGY**

Ankifina **AMIR HALIFA**

Jacky **ALI SAID**

Mildat **ZIRARI**

Dhoulkhamal **AHAMADA**

Sous la direction de:

Dr Gildas NYAME MENDENDY BOUSSAMBE
Enseignant de physique et chimie

Résume du projet : Biogel Hydroalcoolique Mahorais

Ce projet scientifique innovant est le fruit d'un constat : Notre île dispose d'un potentiel énorme en matière première d'origine végétale mais ce potentiel n'est quasiment pas exploité. Il s'agit des agro-molécules de Mayotte d'origine oléagineuse. En effet, les molécules oléagineuses sont une source de biomolécules tensio-actives capables de s'auto-assembler et de former des nanoobjets de types micelles, vésicules et des bicouches. Ces biomolécules amphiphiles ont des applications dans les domaines de la santé, l'agroalimentaire, les cosmétiques et …

De ce fait, face pandémie, les agro-molécules de Mayotte peuvent constituer un véritable rempart contre la COVID-19. Ces biomolécules peuvent être valorisé pour répondre aux besoins réels de notre société par la formulation d'un biogel hydroalcoolique. Le gel hydroalcoolique est une solution aseptisante cutanées. Elles sont employées afin d'assurer un lavage soigneux des mains à l'aide d'un gel, lorsqu'il n'est pas possible d'utiliser de l'eau et du savon, fait partie intégrante des gestes barrières. À condition que le produit utilisé soit efficace.

Malheureusement, ces produits ne remplissent pas toujours leur part de contrat fixé par la norme européenne EN 14476. En effet, certains gel entrainent une déshydratation anormale de la peau, n'est parfois pas sous forme de gel et leur fabrication utilise des tensioactifs issus du pétrole et néfaste pour l'homme et pour l'environnement. De plus, les processus de fabrication n'étant pas conformes aux obligations imposées par l'Union européenne en matière de test.

De ce fait, nous nous proposons de développer un bio-gel hydroalcoolique à partir de biomolécules d'huile de coco de Mayotte. Par réaction de saponification directe, nous avons réussi à synthétiser des biomolécules tensioactives. Les biomolécules ont été caractérisées par CCM, RMN (^{1}H et ^{13}C) et en physico-chimie (test de moussage). Ces biotensioactifs ont été intégrés à la formulation du biogel hydroalcoolique et ils apporteront les propriétés hydratante et désinfectant, antivirus et antibactériennes. Le produit formulé sera respectueux des normes européennes : EN 1040, EN 1275 et EN 14476, en plus d'être 100% Mahorais. Des analyses physico-chimiques plus poussées et des tests biologiques sont en cours de réalisation avec nos partenaires les laboratoires du CRIOBE et du LCA. Ces analyses viendront confirmer notre démarche de rupture.

Introduction

Chaque année, le Ministère Chargé de l'Enseignement Supérieure, de la Recherche et de l'Innovation organise la fête de la science. Cet évènement permet aux élèves sous la direction d'un enseignant de promouvoir et faire découvrir le monde de la science au grand public par le biais d'un projet scientifique innovant.

Ainsi, notre professeur de spécialité physique et chimie nous a proposé de participer en proposant comme sujet : la fabrication d'un biogel hydroalcoolique Mahorais. Ce biogel hydro alcoolique sera formulé à partir des biotensioactifs de Mayotte. En fait, le gel hydro alcoolique est un produit désinfectant cutané qui permet le nettoyage des mains tout en prévenant les risques de transmission de champignons, de bactéries et de virus.

Pour la réalisation de ce projet, nous sommes une équipe de six élèves en terminale au lycée des Lumières à l'île de Mayotte et nous sommes passionnés par les sciences expérimentales.

L'idée de ce projet est le fruit d'un constat, en cette période de pandémie, nous avons un accès assez difficile au gel hydroalcoolique. Lorsque nous avons accès, le gel est parfois trop gluant et parfois, il déshydrate agressive de la peau. Pour pallier à ces inconvénients, notre professeur de physique et chimie et nous avons proposé de développer un biogel hydroalcoolique désinfectant à partir des biomolécules de notre département.

D'où nos questions :

- Qu'est-ce qu'un bon gel hydroalcoolique ?
- Comment pouvons-nous intégrer les biomolécules de notre île dans ce produit indispensable dans cette période de pandémie ?

Afin de mener à bien ce projet, nous allons d'abord effectuer des recherches bibliographiques pour mieux comprendre notre sujet. Ensuite, nous allons synthétiser les biomolécules par une réaction classique de chimie organique. Enfin, nous allons formuler notre biogel hydroalcoolique Mahorais.

I. Etude bibliographique

I.1. Le gel hydroalcoolique

La première partie de notre travail a consisté à faire des recherches sur la formulation des gels hydroalcooliques. Ce travail nous ont permis d'identifier la formulation proposée par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) qui comprend les ingrédients du tableau ci-dessous :

Tableau 1 : Production de 100 mL de gel hydroalcoolique (OMS)

Réactifs	**Quantité dans 100 mL**
Ethanol, 96%	83 mL
Peroxyde d'hydrogène, 3%	4,2 mL
Glycérol 98%	1,5 mL
Eau distillée	11,3 mL

L'OMS recommande l'utilisation de produits hydro-alcooliques sur les bases des critères suivantes :

- Activité antimicrobienne rapide et à large spectre présentant un risque minime de résistance aux agents antimicrobiens.
- Utilisation appropriée dans des régions disposant de ressources limitées, dans des zones sans lavabos ou autres installations nécessaires à la pratique de l'hygiène des mains disponibles (y compris l'accès à de l'eau propre, à des essuie-mains, etc.).
- Facilitation de l'amélioration de l'observance à l'hygiène des mains en rendant le processus plus rapide, plus pratique et immédiatement accessible sur le lieu de soins.
- Avantage économique par la réduction des coûts annuels de l'hygiène des mains, représentant environ 1% des coûts supplémentaires générés par les infections associées aux soins.
- Minimisation des risques d'effets secondaires en raison d'une meilleure acceptabilité et d'une meilleure tolérance cutanée par rapport à d'autres produits.

Dans cette formulation, chaque composé chimique à un rôle bien spécifique à savoir :

- Peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) : la faible concentration en H_2O_2 est destinée à éliminer les spores contaminant les solutions en vrac et les récipients. Il n'est pas un principe actif de l'antisepsie des mains.

- Glycérol : le glycérol est ajouté à la composition en qualité d'humectant (substance hygroscopique) afin d'améliorer l'acceptabilité du produit.

Nous comprenons bien que dans cette formulation, seul l'alcool est responsable de l'élimination des microbes. De ce fait, un bon gel hydroalcoolique doit obligatoirement contenir au moins 80% afin de pouvoir respecter l'ensemble de ces critères qui sont regroupés dans les normes européennes à savoir : bactéricides (EN13727 / EN1500), virucides (EN14476), levuricides (EN13624) et mycobactéricides (EN14348).

I.2. Critères de biomolécules de Mayotte

Sur la base des critères des normes européennes, nous avons commencé à faire nos recherches sur les biomolécules aux propriétés antimicrobiennes, virucides, bactéricides et antifongiques. Grâce aux travaux de J.J. Kabara et al, (1978) [1], nous avons identifié les biomolécules d'huile de coco. Elles ont la capacité naturelle d'éliminer des bactéries et des virus lorsqu'elles sont introduites à la concentration minimale d'inhibition (MIC). En effet, les acides gras, tel que l'acide laurique, ont une forte activité antimicrobienne. Elle inhibe une grande variété de microbes tels que le Proteus vulgaris, Streptococcus pyogenes (bactérie), le pneumocoque (bactérie), Candida albicans (champignon) et bien d'autres. Cet acide gras est le composé majoritaire de l'huile de coco. Il représente 44,6% en masse de l'huile de coco. De ce fait, cette biomolécule est disponible naturellement.

De plus, les études scientifiques de montrent que les biomolécules amphiphiles ont des propriétés d'abaisser la tension inter-faciale de l'eau et de s'auto-assembler pour former des nanoobjets efficaces pour les applications recherchées [2, 3]. Certaines tensioactifs ont et/ou cumulent les propriétés de destruction de la membrane des cellules de certains microbes. En effet, les travaux de Gildas Nyame Mendendy Boussambe montrent que les détergents fluorés et hydrogénés solubilisent la membrane lipidique des protéines [5]. Ces molécules sont qualifiées de détergents doux. Ainsi, grâce à cette faculté de solubilisation, les biotensioactifs peuvent conctituer la clé de notre biogel.

Après étude bibliographique, nous avons choisi les biomolécules tensioactives d'huile de coco disponible dans notre île. Ces biomolécules qui associent les propriétés d'auto-assemblages et antimicrobiennes. La noix de coco est disponible localement et en abondance.

Il faut noter que la formulation de l'OMS n'intègre pas les biomolécules tensioactives aux propriétés originales. D'où l'objet de notre étude qui est d'intégrer l'efficacité de ces biomolécules de Mayotte comme clé de notre biogel désinfectant.

II. Extraction de l'huile de coco

Les cocotiers sont une espèce de palmiers de la famille des Arecaceae. Ils produisent des fruits (noix de coco, Figure 1) qui sont recouvert à l'extérieur d'une couche de poils de cheveux bruns et à l'intérieur, une couche pulpe blanche remplie d'un liquide appelé eau de coco.

Figure 1 : cocotier, noix de coco et pulpe blanche de coco.

L'huile de coco est une source végétale de graisses constituées de triglycérides. Elle possède des propriétés antibactériennes. Elle est extraite par une méthode traditionnelle largement utilisée dans notre département.

L'extraction de l'huile de coco est un travail très difficile, nous avons rencontré de difficulté à trouver des noix de coco. Il n'est pas du tout facile de trouver des noix de coco de bonnes qualités car il n'y a pas de filière agricole de cette plante.

Tout d'abord, durant les deux semaines de vacances de Novembre 2020, nous avons fait l'extraction de l'huile de coco par une méthode jadis utilisée par nos grands-parents. Pour cela, nous avons cueilli et épluché 10 noix de coco du village de *Kangani* au nord de Mayotte. Puis, nous avons extrait d'huile de coco. Pour cela, nous avons casé les noix de coco et avons broyé la chair de coco selon les étapes ci-après :

- Tout d'abord, il faut bien rapper le coprah (la chair de la noix de coco).
- Ensuite après avoir rappé le coprah, nous avons récolté le lait de coco en le mélangeant avec de l'eau. Pour récupérer le lait, nous avons utilisé un presse-agrumes pour extraire le lait. Cependant, pour obtenir beaucoup d'huile, il est préférable d'utilisé à peu près 10 noix de coco ou plus au départ.
- Puis le lait est laissé reposer à une température ambiante pendant 24h dans une marmite bien couvert.
- Le lendemain, le lait est porté à ébullition dans une casserole en remuant constamment le mélange, l'eau va alors s'évaporer, et il ne restera que l'huile de coco dans la casserole.

L'huile de coco obtenue constitue notre matière première. La Figure 2 résume les étapes d'extraction de notre huile de coco.

Figure 2 : extraction de l'huile de coco de Mayotte.

Grâce à nos collaborateurs du CRIOBE de Perpignan, nous avons pu analyser par RMN du proton (Figure 3) notre huile de coco. Cette analyse intéressante car elle nous permet de confirmer la structure de notre huile. En effet, nous retrouvons les déplacements chimiques des protons du glycérol triestérifié entre 4 ppm et 6 ppm et les protons des chaînes hydrocarbonées entre 0,9 ppm et 2,5 ppm.

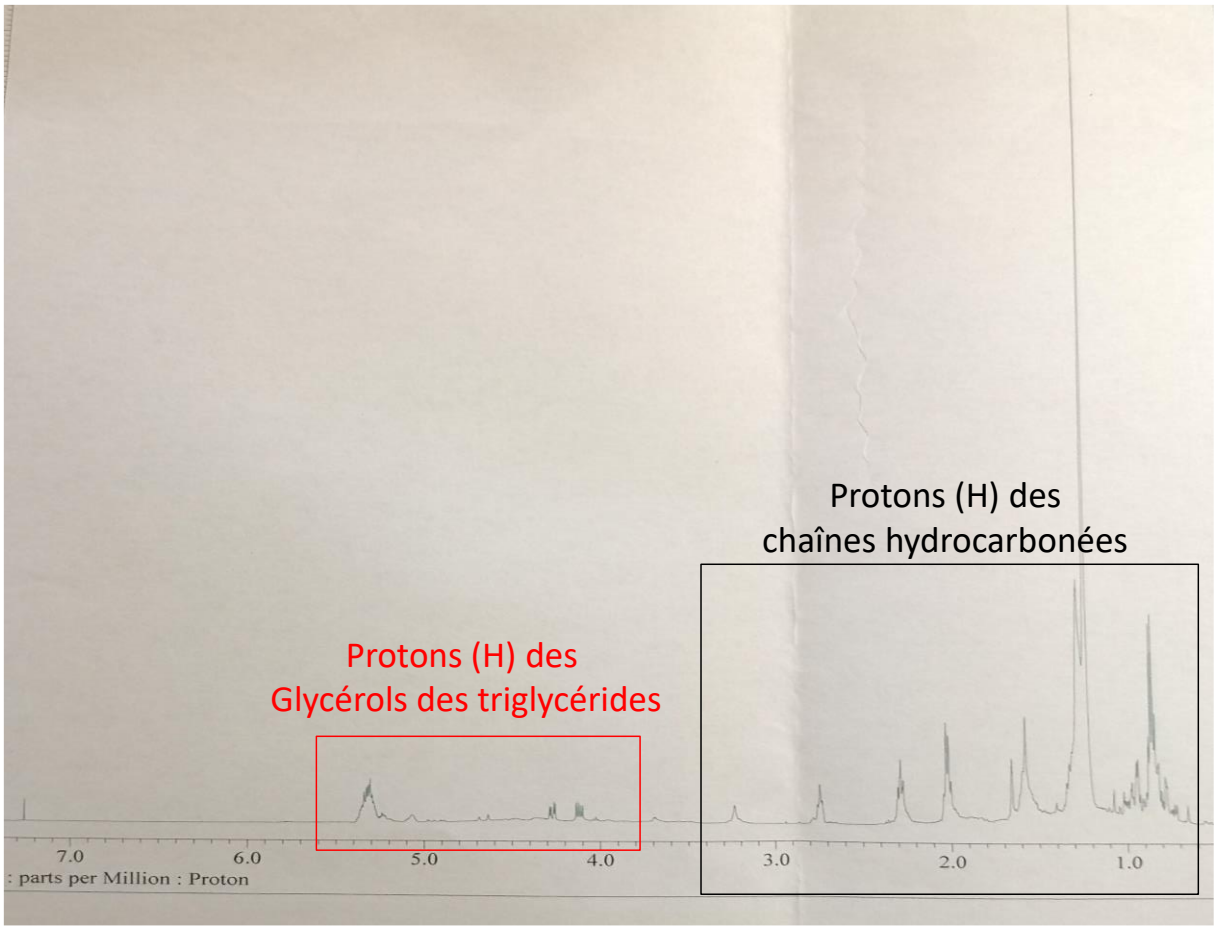

Figure 3 : RMN ^{1}H de l'huile de coco.

A partir de notre huile, nous allons pouvoir synthétiser nos biotensioactifs mahorais par réaction de saponification.

III. Synthèse des molécules tensioactives

La réaction de saponification est une réaction de chimie organique qui transforme les huiles en savon. En effet, les huiles sont des triglycérides qui disposent de trois fonctions esters. Le rôle de la réaction de saponification est de caser ces fonctions esters pour obtenir des carboxylates alcalins. Cette simple réaction permet d'obtenir des tensioactifs de premières générations qui nous permettrons de formuler notre biogel hydroalcoolique désinfectant.

D'après la littérature, la réaction de saponification consiste à faire réagir l'huile avec l'hydroxyde de sodium dans un mélange eau/éthanol à reflux. L'hydroxyde de sodium joue le rôle de catalyseur. La réaction est suivie par chromatographie sur couche mince (CCM).
La première étape de la réalisation de cette réaction est la mise en contact de l'huile avec le catalyseur ici la soude voir Figure 4.

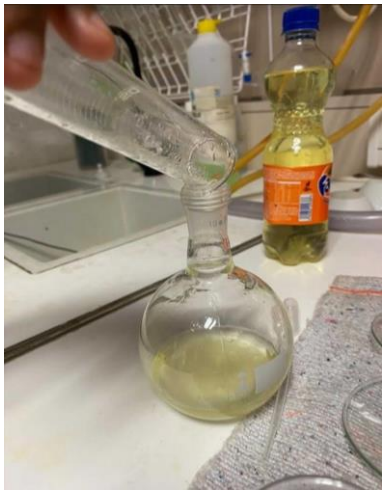

Figure 4 : mise en contact de l'huile avec le NaOH.

Une fois la mise en contact des réactifs effectués, la réaction est portée à reflux pendant 30 minutes. Ci-dessous l'équation de la réaction qui s'effectue dans le milieu réactionnel (Figure 5) et le schéma du montage de la réaction de saponification de l'huile de coco (Figure 6).

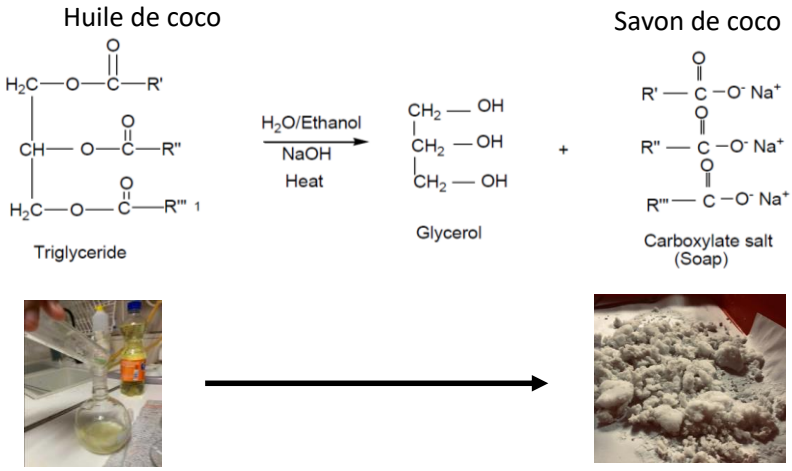

Figure 5 : réaction de saponification de l'huile de coco. R', R'' et R''' sont des chaînes hydrocarbonées de 5 à 18 carbones

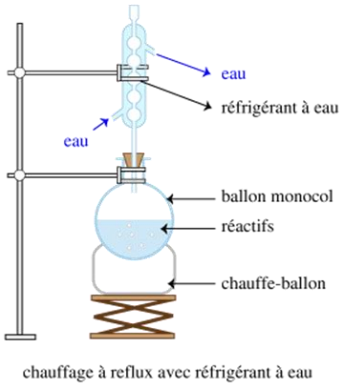

Figure 6 : montage de la réaction de saponification.

A la fin de la réaction, le brut réactionnel est lavée avec une solution saturée en sel jusqu'à pH neutre. Le lavage permet aussi d'éliminer le glycérol qui est ici un sous-produit.

Figure 7 : traitement post-réaction du brut de la réaction de saponification.

Après traitement, le brut obtenu est séché sous la hotte aspirante pendant deux semaines (Figure 8).

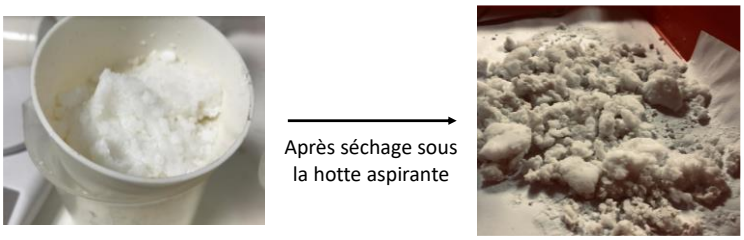

Figure 8 : Savon de coco.

Les biomolécules de savons de coco ont aussi été analysé par CCM et RMN du carbone 13. Puis, elles ont été testées par un simple moussage. Le test consiste à introduire quelques milligrammes des biomolécules obtenues dans un tube à essai puis d'ajouter un peu d'eau et d'agiter. La mousse obtenue révèle la propriété d'auto-organisation du savon comme le montre la Figure 9.

Figure 9 : Test de moussage du biosavon.

IV. Formulation d'un biogel hydroalcoolique Mahorais

Un gel hydroalcoolique ou hydro-alcoolique est une solution aseptique cutanée. Il est employé afin d'assurer une hygiène des mains. Le gel agit par contact direct et par frottement mécanique des deux mains. Pour formuler notre biogel, nous sommes parti de la formulation proposée par l'OMS à laquelle nous avons intégré nos biomolécules de Mayotte à une concentration qui permet d'avoir une efficacité virucide, bactéricide et etc. Après agitation, nous obtenons une solution homogène (Figure 10).

Figure 10 : Biogel Hydroalcoolique Mahorais.

La clé de notre produit est d'utiliser les propriétés d'auto-assemblages des biomolécules intelligentes de Mayotte. Ces biomolécules sont la clé pour l'élimination des bactéries, des

virus et etc. Des analyses physico-chimiques et des tests biologiques sont en cours de réalisation. Ils viendront confirmer notre démarche de rupture.

Conclusion

En conclusion, le travail que nous avons réussi à identifier l'huile de coco comme matière première pour l'obtention des biotensioactives. Par réaction de saponification, nous avons obtenu nos biotensioactifs. Ces molécules ont été caractériser par CCM, RMN et par test de moussage. Puis nous avons réussi à formuler notre biogel hydroalcoolique Mahorais en intégrant dans la formulation les biomolécules de notre île. Ces biomolécules actives, efficaces contre les bactéries, virus et etc., permettront à notre biogel Mahorais d'être efficace contre la COVID-19 et ses variantes.

Ce projet nous a permis de travailler en équipe, de réaliser des synthèses des biomolécules, de faire un suivi de réalisation par CCM, des analyses RMN (^{1}H et ^{13}C) de faire de test de physico-chimie simple et de formuler notre biogel. Il nous a aussi permis d'utiliser nos connaissances de spécialité et de collaborer avec les professeurs de SVT de notre lycée et avec les laboratoires du CRIOBE de perpignan et du LCA (laboratoire de chimie agro-industrielle) à Toulouse.

Des optimisations sur la formulation sont à réaliser, une étude plus approfondie en physico-chimie pour la compréhension de l'efficacité du biogel est à réaliser et des tests biologiques sur l'efficacité du biogel hydroalcoolique sont à réaliser.

Le biogel hydroalcoolique développé dans ce projet pourrait répondre parfaitement à nos besoins et aura l'ambition d'être mise à la disposition des autres élèves et du personnel de notre établissement.

Référence

[1] J.J. Kabara, “Fatty acids and derivatives as antimicrobial agents-A review-Symposium on the pharmacological effects of lipids,”AOCS, pp. l- 13, 1978.
[2] Gildas Nyame Mendendy Boussambe, “Self-Assembling Behavior of Glycerol Monoundecenoate in Water, ”Langmuir, 33, 13, 3223-3233, 2017.
[3] Brian H. Morrow, “Self-assembly and bilayer-micelle transition of fatty acidsstudied by replica-exchange constant pH molecular dynamics, ”Langmuir, 48, 29, 14823–14830, 2013.
[4] Nilanjan Pal, “Interfacial behaviour, wettability alteration and emulsification characteristics of a novel surfactant: Implications for enhanced oil recovery, ”Chemical Engineering Science, 187, Pages 200-212, 2018.
[5] Gildas Nyame Mendendy Boussambe, “Fluorinated diglucose detergents for membrane-protein extraction, ” Methods, 147:84-94, 2018.