

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

**UNIVERSITÉ de BLIDA 1**

**Faculté de Technologie**

**Département de Génie des Procédés**



# Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de

**MASTER EN GENIE DES PROCEDES**

**Spécialité : Génie des polymères**

Intitulé du mémoire

*Formulation d'une crème dépilatoire à base  
de bio-polymère et étude de son impact sur  
les propriétés physico-chimiques*

Présenté par :

- BAIATA AMINA
- KHOULI SARA

Encadré par :

- Mme. BOUTEMAK KHALIDA
- Mme. BELHADJI LINDA

Année universitaire 2018/2019

## **Remerciement**

On tient à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de notre stage et qui nous ont aidés lors de la rédaction de ce mémoire.

On voudra dans un premier temps remercier Dieu qui nous a donné la force pour atteindre ce point là, notre promotrice Mme. BOUTEMAK KHALIDA et notre co-promotrice Mme. BELHADJI LINDA pour leur patience, leur disponibilité et surtout leurs judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

On remercie les membres de jury pour prendre le temps à lire notre modeste travail et d'accepté de le jugé.

On remercie également Mme. BENMERZOUGA AICHA assistante au niveau de laboratoire de conception et développement dans l'entreprise SAPECO Venus pour sa précieuse collaboration et son aide en nous fournissant tous ce qu'on avait besoin comme matières premières pour l'élaboration de notre stage pratique. Ainsi que Mme. BOUMAD NESRINE responsable de laboratoire pour sa patience et son aide au niveau de laboratoire.

On adresse aussi un grand merci à l'équipe de laboratoire d'analyse physico-chimique et microbiologique de l'entreprise SAPECO Venus pour nous avoir accueillies, nous avoir accordées du temps et pour nous avoir aidées avec nos analyses. On leur souhaite énormément de succès dans leur entreprise.

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail à mon père que j'aurais aimé qu'il soit avec nous aujourd'hui j'espère te rendre fière papa, à ma meilleure amie ma mère que dieu te garde pour nous. Je leur présente toute ma gratitude pour leur amour, leurs conseils ainsi que leur soutien inconditionnel, à la fois moral et économique, qui m'a permis de réaliser les études que je voulais et par conséquent ce mémoire.*

*A ma petite famille qui ma supporté durant mes moments difficiles je vous adore.*

*A mon binôme Sara pour avoir partagé avec moi cette aventure, sa n'aurait pas été le même sans toi.*

*BAIATA AMINA*

*Je dédie ce travail à mes parents qui ont cru en moi et qui m'ont soutenue moralement par leur amour, soutien et encouragements.  
Merci à ma famille pour ses mots d'encouragements.*

*A mon binôme Amina pour sa collaboration et sa bonne entente*

*KHOULI SARA*

## Résumé

L'objectif principal de cette étude est de mettre en évidence l'effet des bio-polymères suivants (carraghénane, hydroxypropylméthylcellulose, xanthane et l'alginate de sodium) sur les propriétés physico-chimiques d'une crème dépilatoire tout en développant une nouvelle formule de crème dépilatoire de même qualité que les crèmes de référence comme « Veet ».

Ces bio-polymères connaissent un développement remarquable dans divers applications (domaine médicale, cosmétique et alimentaire), du fait de leur origines biologiques (ressources végétales-animales-bactériennes) et leur propriétés tels que : la perméabilité à la vapeur d'eau (bio-polymères hydrophile), la biocompatibilité et surtout leur caractère biodégradable.

## Abstract

The main objective of this study is to highlight the effect of the following bio-polymers (carrageenan, hydroxypropyl methylcellulose, xanthan and sodium alginate) on the physicochemical properties of a depilatory cream while developing a new formula of depilatory cream with the same quality as reference creams like "Veet".

These bio-polymers are experiencing a remarkable development in various applications (medical, cosmetic and nutritional), because of their biological origins (plant-animal-bacterial resources) and their properties such as: permeability to water vapor (bio hydrophilic polymers), biocompatibility and especially their biodegradability.

## ملخص

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تسليط الضوء على تأثير البوليمرات الطبيعية التالية (الكاراجينان ، هيدروكسي بروبييل ميثيل السلولوز ، زانثان والجيلات الصوديوم) على الخواص الفيزيائية والكيميائية لكريم مزيل الشعر مع تطوير صيغة جديدة لكريم مزيل الشعر من نفس جودة الكريبات المرجعية مثل "فيت".

تشهد هذه البوليمرات الطبيعية تطور ملحوظ في مختلف التطبيقات (الطبية والتجميلية والغذائية) ، بسبب أصولها البيولوجية (الموارد النباتية -الحيوانية و البكتيرية) وخصائصها مثل : النفاذية لبخار الماء (البوليمرات الطبيعية المحبة للماء) ، التوافق الحيوي وخاصة قابليتها للتحلل البيولوجي.

**Mots clé :** bio-polymère, crème dépilatoire, xanthane, carraghenane, alginate de sodium, hydroxypropylméthylcellulose.

## TABLE DES MATIERES

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Liste des matières	
Listes des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale.....	01
<b>Chapitre I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
I.1. Les bio-polymères.....	03
I.1.1. Introduction.....	03
I.1.2. Définition.....	03
I.2. Les polysaccharides.....	04
I.2.1. Définition.....	04
I.2.2. Origines des polysaccharides.....	05
I.2.3. Catégories des polysaccharides.....	05
I.2.4. Propriétés des polysaccharides.....	06
I.2.5. Application des polysaccharides.....	06
I.3. Hydroxypropylméthylcellulose.....	07
I.3.2. Applications d'hydroxypropylméthylcellulose.....	08
I.3.1. Propriétés d'hydroxypropylméthylcellulose.....	08
I.4. Carraghenane.....	08
I.4.1. Propriétés de carraghenane.....	09
I.4.2. Applications de carraghenane .....	09
I.5. Xanthane.....	10
I.5.1. Propriétés de xanthane.....	10
I.5.2. Applications de xanthane.....	11
I.6. Alginate .....	11
I.6.1. Propriétés d'alginate.....	12
I.6.2. Applications d'alginate.....	12

I.7. Les émulsions .....	13
I.7.1. Types d'émulsions.....	13
I.7.2. Rôle de l'agent de surface dans les émulsions .....	14
I.7.3. La stabilité des émulsions.....	15

## **Chapitre II : MATERIELS ET METHODES**

II.1. Introduction.....	17
II.2. Matières premières.....	17
II.2.1. L'eau de process.....	17
II.2.2 Glycérine.....	18
II.2.3 Hydroxyde de calcium.....	18
II.2.4. Sorbate de potassium.....	19
II.2.5. Paraffine liquide.....	19
II.2.6. Carraghenane.....	20
II.2.7. Hydroxypropylméthylcellulose (HPMC).....	21
II.2.8. Alginate de sodium.....	22
II.2.9. Gomme de xanthane.....	22
II.2.10. Alcool cétéarylique.....	23
II.2.11. Propylène glycol.....	24
II.2.12. Cetearéth-20.....	24
II.2.13. Urée.....	25
II.2.14. Gluconate de sodium.....	25
II.2.15. Thioglycolate de calcium.....	26
II.2.16. Lécithine de soja.....	26
II.2.17. Tocophérol.....	27
II.2.18. Huile d'amande.....	28
II.3. Etude préliminaire.....	30
II.3.1 Les crèmes dépilatoire disponibles en Algérie.....	31
II.3.2 Pré-formulation.....	32
II.3.2.1 La phase huileuse .....	32
II.3.2.2 Phase aqueuse.....	32
II.3.2.3 Dispersion de la phase aqueuse dans la phase huileuse .....	32
II.3.3. Formulation.....	35
II.3.3.1 Méthode de préparation de la crème dépilatoire.....	36

II.3.4.1 Propriétés organoleptiques.....	38
II.3.4.2 Mesure du pH.....	38
II.3.4.3 Mesure de densité.....	39
II.3.4.4 Test microscopique.....	39
II.3.4.5 Test de stabilité.....	39
II.3.4.6. Mesure de viscosité.....	39
II.3.4.7. Test rhéologique.....	40

### **Chapitre III : RESULTATS ET DISCUSSION**

III.1. Propriétés organoleptiques.....	41
III.2 Mesure de pH.....	45
III.3 Test de densité.....	45-46
III.4 Test microscopique.....	46
III.5 Test de stabilité.....	47
III.5.1. Centrifugation à température ambiante.....	47
III.5.2. Centrifugation à 40°C.....	48
III.5.3. Etuve à 40°C pendant un mois .....	49
III.6. Test de viscosité.....	50
III.7. Test rhéologique .....	50
III.7.1. Test d'écoulement.....	50
III.5.2. Test de stabilité.....	53
III.7.3. Test de la viscoélasticité.....	55
Conclusion.....	56

## LISTE DES FIGURES

### **Chapitre I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

<b>Figure I.1</b> : Formule structurale de polysaccharides.....	5
<b>Figure I.2</b> : Formule structurale d'hydroxypropylméthylcellulose.....	7
<b>Figure I.3</b> : Structure idéale du kappa, iota, lambda carraghenane.....	9
<b>Figure I.4</b> : Formule structurale de xanthane.....	10
<b>Figure I.5</b> : Formule structurale d'alginate.....	12
<b>Figure I.6</b> : Types d'émulsions.....	14
<b>Figure I.7</b> : Tensioactif.....	14
<b>Figure I.8</b> : Coupure d'instabilité d'une émulsion.....	16

### **Chapitre II : MATERIELS ET METHODES**

<b>Figure II.1</b> : Formule structurale de glycérine.....	18
<b>Figure II.2</b> : Formule structurale d'hydroxyde de calcium.....	18
<b>Figure II.3</b> : Formule structurale de sorbate de potassium.....	19
<b>Figure II.4</b> : Formule structurale de paraffine liquide.....	19
<b>Figure II.5</b> : Formule structurale de carraghenane.....	20
<b>Figure II.6</b> : Formule structurale d'hydroxypropylméthylcellulose.....	21
<b>Figure II.7</b> : Formule structurale d'alginate de sodium.....	22
<b>Figure II.8</b> : Formule structurale de gomme xanthane.....	22
<b>Figure II.9</b> : Formule structurale d'alginate de sodium.....	23
<b>Figure II.10</b> : Formule structurale de propylène glycol.....	24
<b>Figure II.11</b> : Formule structurale de cetareth-20.....	24
<b>Figure II.12</b> : Formule structurale d'urée.....	25
<b>Figure II.13</b> : Formule structurale de gluconate de sodium.....	25
<b>Figure II.14</b> : Formule structurale de thioglycolate de calcium.....	26
<b>Figure II.15</b> : Formule structurale de lécithine de soja.....	26
<b>Figure II.16</b> : Formule structurale de tocophérol.....	27
<b>Figure II.17</b> : la phase aqueuse.....	37
<b>Figure II.18</b> : la phase huileuse.....	37
<b>Figure II.19</b> : crème finale.....	38



### Chapitre III : RESULTATS ET DISCUSSION

<b>Figure III.1</b> : Echantillon (C).....	41
<b>Figure III.2</b> : Echantillon (X).....	41
<b>Figure III.3</b> : Echantillon (H).....	42
<b>Figure III.4</b> : Echantillon (A).....	42
<b>Figure III.5</b> : Référence (R <sub>1</sub> ).....	43
<b>Figure III.6</b> : Référence (R <sub>2</sub> ).....	43
<b>Figure III.7</b> : Référence (R <sub>3</sub> ).....	44
<b>Figure III.8</b> : Référence (R <sub>4</sub> ).....	44
<b>Figure III.9</b> : Photos microscopiques des échantillons.....	46
<b>Figure III.10</b> : Photo microscopique de la référence Veet.....	46
<b>Figure III.11</b> : Stabilité des échantillons à température ambiante.....	47
<b>Figure III.12</b> : Stabilité des références à température ambiante.....	47
<b>Figure III.13</b> : Stabilité des échantillons à 40°C.....	48
<b>Figure III.14</b> : Stabilité des références à 40°C.....	48
<b>Figure III.15</b> : Références et échantillon dans l'étuve à 40°C pendant 1 mois.....	49
<b>Figure III.16</b> : Courbes d'écoulement des échantillons.....	51
<b>Figure III.17</b> : Courbes d'écoulement des références.....	51
<b>Figure III.18</b> : Courbe d'écoulement des échantillons et des références.....	52
<b>Figure III.19</b> : module de conservation (G') et module de perte (G'') en fonction de la fréquence (f) pour les échantillons.....	53
<b>Figure III.20</b> : Module de conservation (G') et module de perte (G'') en fonction de la fréquence (f) pour les références.....	53
<b>Figure III.21</b> : Module de conservation (G') et module de perte (G'') en fonction de la fréquence (f) pour les échantillons et les références .....	54
<b>Figure III.22</b> : Module de conservation (G') et module de perte (G'') en fonction de la déformation (γ).....	55
<b>Figure III.23</b> : Module de conservation (G') et module de perte (G'') en fonction de la déformation (γ) (références-échantillons).....	55

## LISTE DES TABLEAUX

### **Chapitre I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

<b>Tableau I.1 : Origines des polysaccharides.....</b>	<b>5</b>
--	----------

### **Chapitre II : MATERIELS ET METHODES**

<b>Tableau II.1 : Propriétés physico-chimiques des matières premières.....</b>	<b>29-30</b>
<b>Tableau II.2 : Composition chimique des crèmes dépilatoires locales.....</b>	<b>31</b>
<b>Tableau II.3 : Composition chimique des crèmes dépilatoires importés.....</b>	<b>31</b>
<b>Tableau II.4 : Quantités des matières premières des expériences de pré-formulation.....</b>	<b>33</b>
<b>Tableau II.5 : Quantités des matières premières de la formulation.....</b>	<b>35</b>
<b>Tableau II.6 : Quantités des bio-polymères et parfum.....</b>	<b>36</b>
<b>Tableau II.7 : HLB des tensioactifs.....</b>	<b>36</b>

### **Chapitre III : RESULTATS ET DISCUSSION**

<b>Tableau III.1 : Propriétés organoleptiques d'échantillon (C).....</b>	<b>42</b>
<b>Tableau III.2 : Propriétés organoleptiques d'échantillon (X).....</b>	<b>42</b>
<b>Tableau III.3 : Propriétés organoleptiques d'échantillon (H).....</b>	<b>43</b>
<b>Tableau III.4 : Propriétés organoleptiques d'échantillon (A).....</b>	<b>43</b>
<b>Tableau III.5 : Propriétés organoleptiques de référence (R<sub>1</sub>).....</b>	<b>44</b>
<b>Tableau III.6 : Propriétés organoleptiques de référence (R<sub>2</sub>).....</b>	<b>44</b>
<b>Tableau III.7 : Propriétés organoleptiques de référence (R<sub>3</sub>).....</b>	<b>45</b>
<b>Tableau III.8 : Propriétés organoleptiques de référence (R<sub>4</sub>).....</b>	<b>45</b>
<b>Tableau III.9 : pH des échantillons.....</b>	<b>46</b>
<b>Tableau III.10 : pH des références.....</b>	<b>46</b>
<b>Tableau III.11 : Densité des échantillons .....</b>	<b>46</b>
<b>Tableau III.12 : Densité des références.....</b>	<b>47</b>
<b>Tableau III.13 : Viscosité des échantillons.....</b>	<b>51</b>
<b>Tableau III.14 : Viscosité des références.....</b>	<b>51</b>

## LISTE DES ABREVIATIONS ET DES SYMBOLES

<b>HLB</b>	Hydrophilic-Lipophilic-Balance
<b>tr/min</b>	tour /minute
<b>min</b>	Minute
<b>ml</b>	Millilitre
<b>°C</b>	Celsius
<b>pH</b>	Potentiel hydrogène
<b>C</b>	Crème dépilatoire à base de carraghénane
<b>X</b>	Crème dépilatoire à base de xanthane
<b>H</b>	Crème dépilatoire à base d'hydroxypropylméthylcellulose
<b>A</b>	Crème dépilatoire à base d'alginate de sodium
<b>R<sub>1</sub></b>	Crème dépilatoire « Veet »
<b>R<sub>2</sub></b>	Crème dépilatoire « Splendide »
<b>R<sub>3</sub></b>	Crème dépilatoire « Venus »
<b>R<sub>4</sub></b>	Crème dépilatoire « Protea »
<b>d</b>	Densité
<b>ρ</b>	Masse volumique
<b>Hz</b>	Hertz
<b>G'</b>	Module de conservation
<b>G''</b>	Module de perte

# **Chapitre I**

## Etude bibliographique

## **I.1. Les bio-polymères**

### **I.1.1. Introduction**

Il est intéressant de noter que les bio-polymères ne sont pas nouveaux dans ce monde. Ce n'est que parce que nous sommes fascinés par les produits pétrochimiques que ces merveilleux matériaux ont été négligés pendant si longtemps. En fait, les bio-polymères ont été pris en compte dans les années 1940 et Henry Ford les a utilisés dans la construction d'une voiture. Cependant, avec la découverte des polymères pétrochimiques, le faible coût de ceux-ci a rapidement occulté les matériaux naturels.

Aujourd'hui, nous sommes confrontés à un défi différent. La pression environnementale éloigne les produits synthétiques ou dérivés de produits pétrochimiques, tandis que les facteurs économiques s'éloignent des options «vertes» souvent plus coûteuses. C'est ce paradoxe qui alimente la recherche sur les matériaux et produits dont les propriétés répondent aux exigences environnementales et économiques [2].

### **I.1.2. Définition**

Les bio-polymères sont des macromolécules synthétisés par des organismes vivants. Ils sont composés de glucides lorsqu'il s'agit de polysaccharides, d'acides aminés dans le cas des protéines ou encore d'alkanoates dans le cas des biopolymères d'origine bactérienne. Une autre famille de bio-polymères regroupe des molécules issues de la polymérisation de monomères naturels renouvelables, tels que l'acide lactique ou des triglycérides. Chez les polysaccharides, on distingue deux catégories : les homopolysaccharides, constitués du même ose comme le glucose dans la cellulose ou l'amidon, et les hétéropolysaccharides, formés de différents oses (pectines, hémicelluloses). Ces macromolécules sont les éléments structuraux majeurs des parois cellulaires des végétaux (cellulose, pectines, hémicelluloses), contribuant aux propriétés mécaniques des organes et aux mécanismes de défense contre des agressions biotiques et abiotiques. Les polysaccharides comme l'amidon ont également un rôle essentiel dans le stockage de l'énergie. Ces bio-polymères se trouvent généralement sous la forme de composites complexes formés via des interactions avec différents types de macromolécules (différentes structures de polysaccharides, de protéines ou de polyphénols) [3].

Le terme « biosourcé » s'applique aux polymères dont la majorité des constituants est issue de la biomasse, i.e. de matières premières renouvelables. Les ressources considérées comme renouvelables peuvent se régénérer sur une période significative à l'échelle humaine.

Les ressources minérales et les énergies fossiles sont considérées comme des ressources naturelles mais non renouvelables car elles ne peuvent se régénérer sur une période suffisamment courte pour l'homme (supérieure à cent ans), dès lors qu'elles ont été consommées [4].

La source peut être végétale, animale ou bactérienne et ne garantit pas la biodégradabilité du matériau. Le terme « biodégradable » s'applique aux polymères issus de ressources renouvelables ou non. En effet, la biodégradabilité dépend de la structure chimique du polymère et des caractéristiques du milieu dans lequel il est placé.

## **I.2. Les polysaccharides**

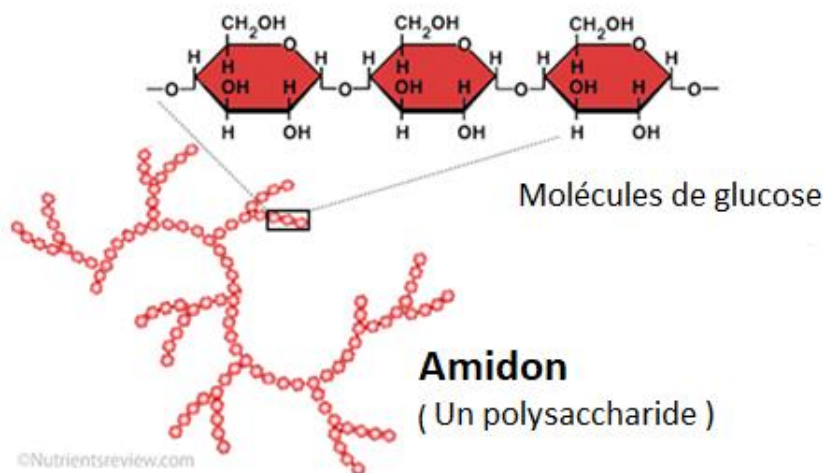
### **I.2.1. Définition**

Polysaccharides (grecque poly = plusieurs, sacchar = sucre) sont des glucides complexes composés de 10 à plusieurs milliers de monosaccharides disposés en chaînes [5]. Les polysaccharides sont des polymères (macromolécules) naturels, ils sont d'origine végétale (amidon), animale (chitosane), bactérienne (xanthane) ou fongique (pullulane).

Ils sont constitués d'unités monosaccharides ou oses (sucres) reliées entre elles par des liaisons osidiques et répétées (n) fois. Une classification chimique permet de distinguer deux grands types de polysaccharides [6] :

- les homopolysaccharides formés d'un seul type de monosaccharide.
- les hétéropolysaccharides constitués de plusieurs unités d'oses différents.

D'un point de vue structural, les polysaccharides peuvent être soit linéaires tels que le pullulane, le chitosane ou encore l'acide hyaluronique, soit ramifiés tels que l'amylopectine, le dextrane, le xanthane.



**Figure I.1 :** Formule structurelle de polysaccharides

## I.2.2 Origines des polysaccharides

**Tableau I.1 :** Origines des polysaccharides

Polysaccharide	Origine
Amidon, Cellulose, Guar, Karaya, Pectine	Végétale
Xanthane, Gellane, Curdlane, Dextrane	Bactérienne
Glycogene, Acide hyaluronique, Chitine	Animale
Agar, Alginate, Carraghenane, Furcellarane	Végétale marin
Cyclodextrine, Polydextrose	Synthétique
Pullulane	Champignon

## I.2.3. Catégories des polysaccharides

- **Polysaccharides bactériens et fongiques**

Les micro-organismes produisent une grande variété d'exopolysaccharides ayant des caractéristiques physiques et chimiques uniques. Ces exopolysaccharides peuvent être des homopolysaccharides ou des hétéropolysaccharides.

Exemple : dextrane, xanthane, pullulane.

- **Polysaccharides extraits d'algues**

De nombreuses espèces d'algues sont utilisées comme nourriture et elles ont également trouvé une utilisation dans la médecine traditionnelle en raison de leurs avantages perçus pour la santé. Les algues sont riches en polysaccharides sulfatés, dont certains sont devenus des

additifs de valeur dans l'industrie alimentaire en raison de leurs propriétés rhéologiques comme agents gélifiants et épaississants.

En outre, des polysaccharides sulfatés possèdent un certain nombre d'activités biologiques, dont des activités anticoagulantes, antivirales, et immuno-inflammatoires qui peuvent trouver un intérêt dans les aliments (nutritifs) et des applications cosmétiques et pharmaceutiques.

Exemple : Carraghénae.

- **Polysaccharides animales**

Les glycosaminoglycanes sulfatés GAGs représentent un autre groupe de polysaccharides bioactifs issus d'animaux. Ils constituent un groupe homogène de glycanes linéaires anioniques.

Exemple : chitosane, glycogène, kératane sulfate [7].

#### **I.2.4. Propriétés des polysaccharides**

Les polysaccharides présentent des critères intéressants qui suscitent un grand intérêt pour leur application dans des secteurs variés : agro-alimentaire, pharmaceutique, cosmétique, industrie du papier, du textile et autres. Ils sont largement utilisés comme agent texturant ou stabilisant.

Ce sont des polymères naturels, hydrosolubles, biodégradables et biocompatibles. Ils sont utilisés aussi comme épaississants (ex : le xanthane, la gomme de guar) et gélifiante (ex : l'alginate, la pectine) [8], car les polysaccharides sont principalement hydrophiles avec un poids moléculaire élevé et leur activité de surface est faible en raison de leur fort caractère hydrophile alors ils sont couramment utilisés en stabilisation d'émulsion en tant qu'épaississants ou gélifiants de la phase aqueuse [9].

Les polysaccharides ont aussi une affinité pour l'eau du fait de la présence des fonctions hydroxyles. Lors de leur dispersion les polysaccharides peuvent augmenter de volume jusqu'à 10 fois leur volume initial ; cette caractéristique leur confère des propriétés de rétention d'eau [10].

#### **I.2.5. Application des polysaccharides**

Les polysaccharides naturels de différentes sources ont longtemps été étudiés et largement utilisés dans différents domaines, tels que les aliments pour animaux et les denrées alimentaires, les médicaments et les produits pharmaceutiques, ainsi que dans la fabrication du papier. Au cours des dernières décennies, l'utilisation de polysaccharides, en particulier



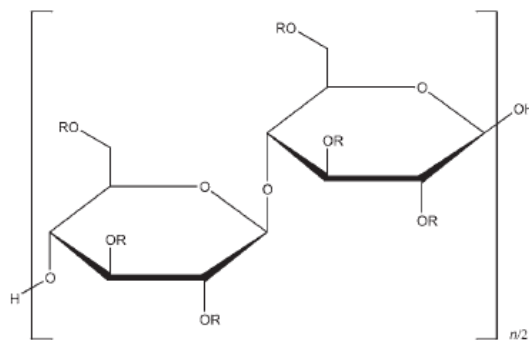
bioactifs, pour diverses applications novatrices a suscité un intérêt croissant en raison de leur biocompatibilité, de leur biodégradabilité, de leur non-toxicité et de certaines activités thérapeutiques spécifiques [11].

### I.3.Hydroxypropylméthylcellulose

Les éthers d'hydroxypropylméthylcellulose appartiennent à une grande famille de polymères solubles dans l'eau, inodores, blancs à blanc cassé. Le synonyme pour l'hydroxypropylméthylcellulose (HPMC) est l'hypromellose, utilisé comme excipient et composant à libération contrôlée dans les médicaments oraux, que l'on trouve dans divers produits commerciaux.

L'hypromellose est une méthylcellulose modifiée avec une petite quantité de groupes éther de propylèneglycol liés à l'anhydroglucose de la cellulose. C'est un éther mixte de cellulose et d'hydroxypropyle. Le produit contient, calculé sur une base sèche, 19% à 30% de groupes méthoxyle (-OCH<sub>3</sub>) et 3% à 12% de groupes hydroxypropyle (-OCH<sub>2</sub>CHOHCH<sub>3</sub>) [12].

Les éthers d'hydroxypropylméthylcellulose sont très efficaces et offrent souvent des performances optimales à une concentration inférieure à celle requise avec d'autres polymères hydrosolubles. Le large éventail d'hydroxypropylméthylcellulose est certainement l'une des raisons pour laquelle il est utilisé avec succès dans de nombreuses applications différentes [13].



**Figure I.2 :** Formule structurelle d'hydroxypropylméthylcellulose

#### I.3.1. Propriétés d'hydroxypropylméthylcellulose

- Soluble dans l'eau.
- Retient l'eau.
- Un bio-polymère viscoélastique.
- Inerte.
- Semi-synthétique.

- Liant et lubrifiant [12].

### **I.3.2. Applications d'hydroxypropylméthylcellulose**

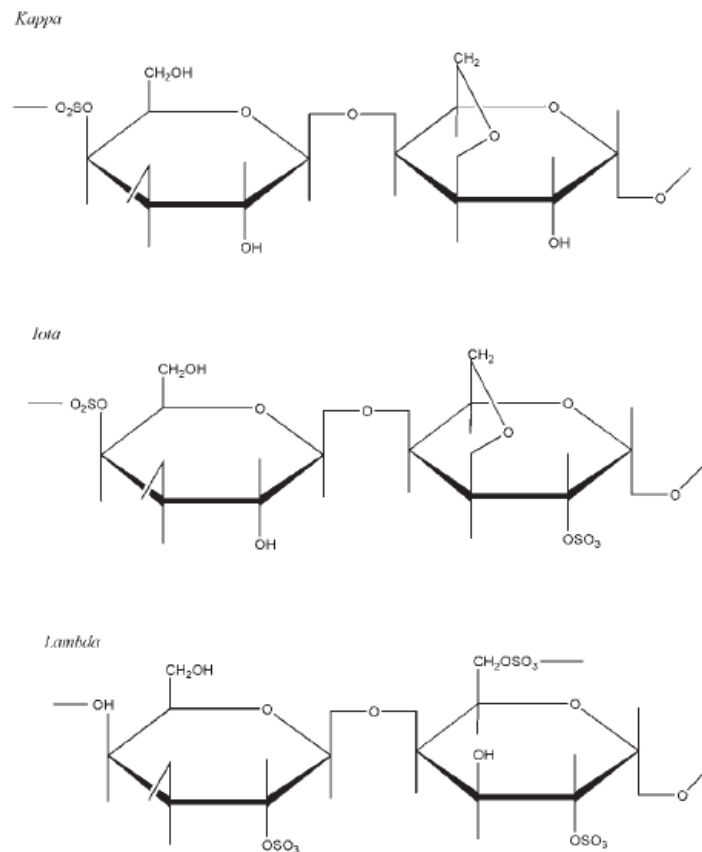
- Les colles de carrelage.
- Les crépis en ciment.
- Des produits à base de gypse.
- En pharmacie.
- Des peintures et revêtements.
- En nourriture.
- En cosmétique.
- Des détergents et nettoyeurs.
- Des collyres pour les yeux.
- Des lentilles de contact.

### **I.4. Carraghénane**

Il existe plusieurs carraghénanes ayant des structures et propriétés chimiques légèrement variées. L'algue *Chondrus crispus* est la principale source de carraghénane. Cette algue est également connue sous les noms de carraghénine, «mousse irlandaise» ou «mousse de carraghénane» de Carrageen, où elle se développe abondamment [14].

La carraghénine est formée par des motifs alternés de d-galactose et de 3,6-anhydro-galactose (3,6-AG) reliés par des liaisons -1,3 et -1,4-glycosidiques. Selon l'étude de la littérature, les carraghénanes peuvent être classés en 3 catégories, en fonction de la quantité et de la position des groupes sulfate, en fonction de leur famille et de leurs propriétés [15].

Selon la place et le nombre des radicaux sulfuryl sur le cycle carboné on distingue les kappa, iota et lambda qui sont représentés dans la figure I.3 [16].



**Figure I.3 :** Structure idéale du kappa, iota, lambda carragenane

#### **I.4.1. Propriétés de carragenane**

- Polymère linéaire
- Soluble dans l'eau
- Forme typiquement des solutions aqueuses très visqueuses.
- La viscosité augmente de façon presque exponentielle avec la concentration et diminue avec la température.
- Les carraghénanes sont susceptibles de se dépolymériser par hydrolyse catalysée par un acide. À des températures élevées et à un pH bas, cela peut rapidement conduire à une perte complète de fonctionnalité [17].

#### **I.4.2. Applications de carragenane**

Les carraghénanes sont utilisés dans les préparations alimentaires pour leur capacité à lier de grandes quantités d'eau en vue d'en modifier le comportement rhéologique : épaissement, gélification et stabilisation. Cependant, les carraghénanes ne sont pas seulement utilisés dans le domaine alimentaire, mais aussi dans le domaine médical et dans les cosmétiques. Bien

souvent, pour ce type d'applications, les carraghénanes sont volontairement dégradés afin de réduire leur viscosité [16].

## I.5. Xanthane

La gomme xanthane est un exo-polysaccharide hydrosoluble d'une espèce bactérienne *Xanthomonas campestris* (Pseudomonaceae) produite industriellement par fermentation à partir d'une source de carbone. Cette gomme est un hétéropolysaccharide ayant une structure primaire constituée d'unités pentasaccharidiques répétées [18].

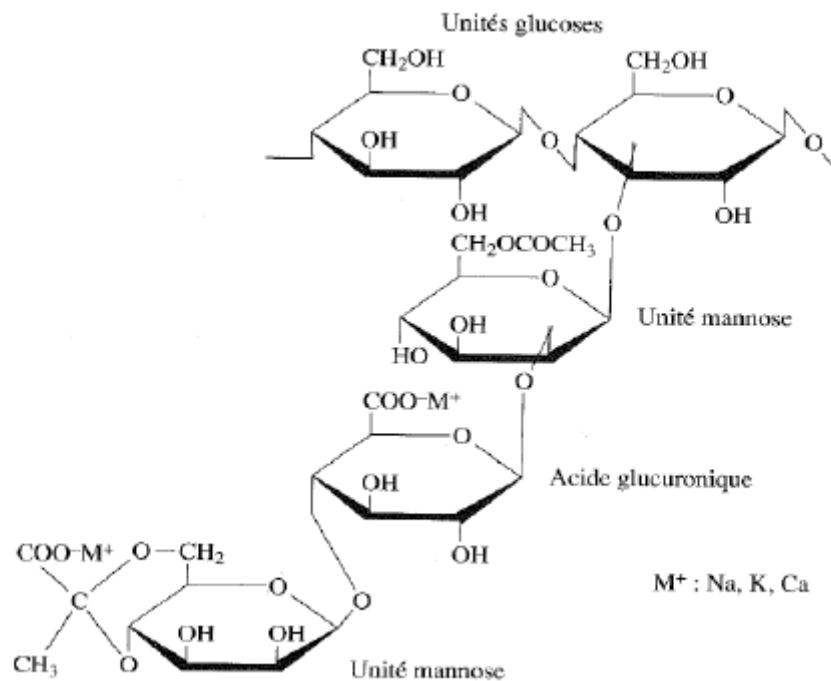


Figure I.4 : Formule structurelle de xanthane

### I.5.1. Propriétés de xanthane

- Soluble dans l'eau et en milieu alcoolisé.
- Stable sur une large amplitude de températures.
- Fort pouvoir épaississant, liant et lubrifiant.
- Stabilise des liquides émulsionnés [19].
- En présence de sels, les solutions de xanthane sont très stables, très peu sensibles aux variations de pH et de température [20].

## **I.5.2. Applications de xanthane**

La gomme de xanthane est utilisée pour stabiliser la solution, d'améliorer l'élasticité et la viscosité. Il a été ajouté dans la fabrication de crèmes, confitures, gelées, et toutes sortes de sauces, les produits laitiers (yaourts, desserts, fromages), les produits de boulangerie. La gomme de l'industrie de la viande utilisée pour retenir l'humidité dans le produit alimentaire fini dans la fabrication de saucisses, de la viande [21].

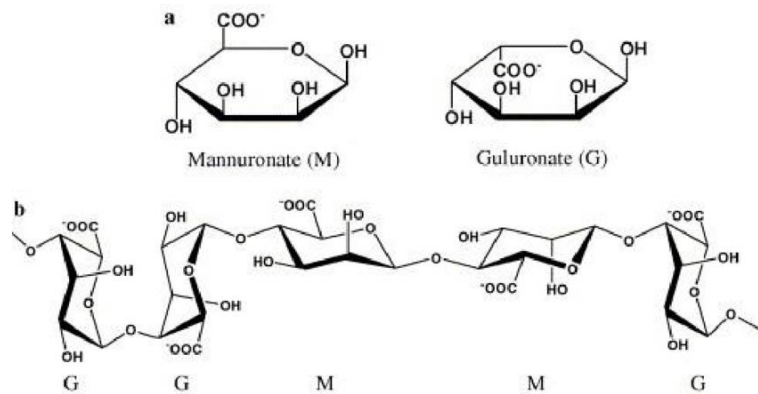
Dans le domaine cosmétique la gomme de xanthane utilisé :

- En tant qu'ingrédient pour obtenir un gel (incorporé dans de l'eau, un hydrolat ou une phase aqueuse)
- En tant que stabilisateur d'émulsion incorporé dans la phase aqueuse de l'émulsion.
- A incorporer en saupoudrant et en agitant fortement afin d'éviter la formation de grumeaux [22].

## **I.6. Alginate**

Les alginates sont présents dans la nature en tant que constituant des algues brunes et sous forme de polysaccharides capsulaires dans les bactéries du sol. Bien que des études menées par différents groupes aient montré qu'elles peuvent être obtenues par fermentation microbienne et modification post-polymérisation de molécules d'alginate, tous les alginates du commerce sont actuellement obtenus à partir de sources d'algues.

L'alginate se produit à partir d'algues brunes est beaucoup plus attractif qu'à partir des bactéries aérobies fixatrices d'azote telles que (*Azobacter vinelandii* la bactérie pathogène opportuniste *Pseudomonas aeruginosa*) [23]. Les alginates sont des polysaccharides linéaires, anioniques des polymères composés d'un enchaînement de deux acides hexuroniques : les monomères d'acide B-D mannuronique (M) et d'acide à L-guluronique (G) [24].



**Figure I.5:** Formule structurale d'alginate

### I.6.1. Propriétés d'alginate

Comme tous les polysaccharides l'acide alginique est très hydrophile, il peut retenir jusqu'à 140 fois son propre volume d'eau. Il est cependant insoluble dans l'eau à la différence de ses sels (alginates) de sodium, de potassium et d'ammonium.

La principale propriété des alginates est de modifier la viscosité des solutions en l'augmentant fortement. Dans l'eau ces longues molécules très hydrophiles et déformables se déploient dans tout le solvant en s'entourant de molécules d'eau, En tournant, elles peuvent balayer un volume important diminuant ainsi la mobilité des solutions et créant une viscosité élevée [25].

### I.6.2. Applications d'alginate

- Impression textile

L'alginate est utilisé comme substrat de pâte colorée lors de l'application de motifs sur des tissus, des foulards, des serviettes. L'utilisation d'alginate pour l'impression de coton, de jute et de rayonne est obligatoire. L'alginate, extrait d'algue, est plus sûr et plus facile à décomposer que d'autres supports pour l'impression textile, et facilite l'évacuation des eaux usées.

L'alginate de sodium est largement appliqué à différents types d'impression textile, tels que le coton, le lin, la soie et les fibres synthétiques. Il permet aux textiles d'impression d'atteindre des couleurs vives, une définition nette, un bon rendement chromatique, une excellente fixation des couleurs et une sensation de douceur au toucher. Le mélange liquide avec de l'alginate de sodium présente une bonne plasticité et une grande souplesse. En raison de son effet parfait sur l'impression textile et de son faible coût.

Il est utilisé aussi en tant qu'agent épaississant, agent gélifiant, émulsifiant, stabilisant.

De nos jours, l'alginate est appliqué à de nombreux types d'aliments, tels que la crème glacée, la gelée, les boissons lactiques, les vinaigrettes, les nouilles instantanées, la bière.

- Alimentation animale

Alginate est utilisé comme agent liant et épaississant pour aliment pour animaux, les aliments pour poissons.

- Cosmétique

L'alginate est utilisé dans le domaine de la cosmétique avec plusieurs applications avec sa fonctionnalité d'épaississant et de rétention d'humidité. L'alginate aide à conserver la couleur du rouge à lèvres à la surface des lèvres en formant un réseau de gel.

- Baguettes de soudage

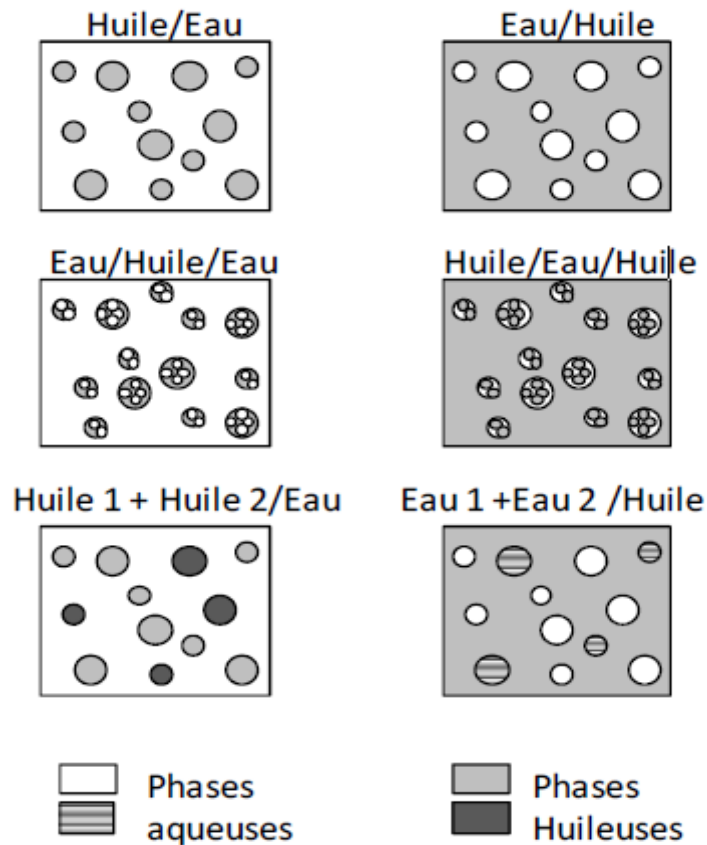
L'alginate est utilisé pour la fabrication de baguettes de soudage, en tant que liant de flux [26].

## **I.7. Les émulsions**

Une émulsion est la dispersion d'une phase liquide dans un autre liquide immiscible sous la forme de fines gouttelettes. En général, une émulsion est obtenue sous l'effet de l'agitation mécanique d'un système diphasique (par exemple de l'eau et de l'huile). Le mélange ne présente plus alors deux phases distinctes mais une pseudo-phase unique composée de gouttes (phase dispersée) mélangées dans une matrice liquide (phase continue) [27].

### **I.7.1. Types d'émulsions**

- **Les émulsions simples** : sont constituées d'une phase continue et d'une phase dispersée, elles sont appelées «émulsions directes » lorsque la phase continue est aqueuse (type Huile dans Eau, H/E) et inverses lorsque la phase continue est huileuse (type Eau dans Huile, E/H).
- **Les émulsions multiples** : sont constituées d'une émulsion simple dispersée dans une phase continue, elles peuvent donc être de type H/E/H ou de type E/H/E.
- **Les émulsions mixtes** : sont des émulsions dont la phase dispersée est constituée de gouttelettes de composés liquides différents par leur composition ou par leur concentration de type E1+E2/H [28].

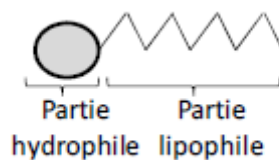


**Figure I.6:** Types d'émulsions

### I.7.2. Rôle de l'agent de surface dans les émulsions

La présence ou l'ajout de produits chimiques, appelés tensioactifs facilite la formation d'une émulsion, en abaissant la tension interfaciale entre les deux phases en présence. Pour se faire, ces molécules doivent se positionner à l'interface entre les deux phases et donc posséder une affinité pour chacune d'elles.

L'eau étant un milieu polaire et l'huile un milieu généralement apolaire, un tensioactif doit donc être formé de deux parties distinctes : l'une polaire (hydrophile) et l'autre apolaire (hydrophobe) [29].



**Figure I.7 :** Tensioactif



Suivant la nature de la tête polaire, un tensioactif peut être :

- anionique : il s'ionise négativement en phase aqueuse (par exemple R-COO<sup>-</sup>).
- cationique : il s'ionise positivement en phase aqueuse (par exemple R-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>).
- -amphotère : il possède alors les deux types de charges (par exemple un groupement carboxylate et un ammonium quaternaire NH<sub>3</sub><sup>+</sup>-R-R'-COO<sup>-</sup>).
- ou non ionique : il ne se dissocie pas en phase aqueuse (par exemple R-OH, R étant un groupe alkyle) [30].

Les agents de surface facilitent la fragmentation de la phase à disperser en abaissant la tension interfaciale entre deux liquides, ce qui permet d'abaisser l'énergie nécessaire à l'augmentation de l'aire interfaciale.

La réduction de la tension interfaciale permet de ralentir le processus de séparation de phase, une fois la dispersion réalisée et la phase interne sous forme de fines gouttelettes, l'agent de surface va permettre une stabilité relative dans le temps de l'émulsion en agissant soit en érigeant une barrière physique (répulsion stérique) soit une barrière électrostatique entre les gouttes dispersées, afin de les empêcher de fusionner, cette barrière ralentit la coalescence des gouttes [31].

L'affinité relative d'un tensioactif pour l'eau et l'huile est souvent caractérisée par un nombre sans dimension, appelé HLB (hydrophilic lipophilic balance), dont la valeur est comprise entre 1 et 40. Un tensioactif de HLB inférieur à 10 est en principe plus soluble dans l'huile que dans l'eau. A contrario, un tensioactif de HLB supérieur à 10 est généralement plus soluble dans l'eau que dans l'huile.

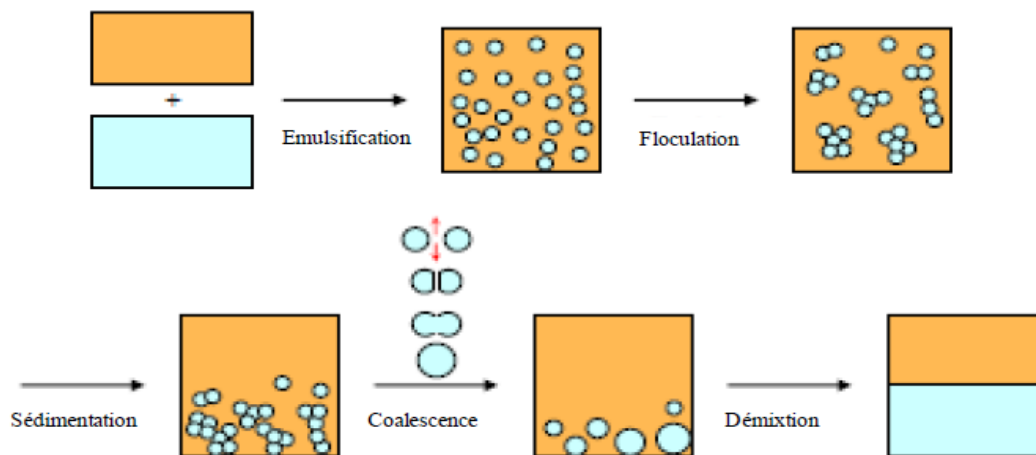
Il est intéressant de noter que le caractère lipophile ou hydrophile d'un tensioactif aide à anticiper le type d'émulsion (E/H ou H/E) qu'il formera puisque, selon la règle de Bancroft la phase continue d'une émulsion est la phase dans laquelle le tensioactif est le plus soluble<sup>15</sup>. Ainsi, les tensioactifs de HLB inférieur à 10 auront tendance à former majoritairement des émulsions E/H, alors que ceux de HLB supérieur à 10 formeront plutôt des émulsions H/E [32].

### **I.7.3. La stabilité des émulsions**

Une caractéristique importante d'une émulsion est son instabilité thermodynamique; les deux phases immiscibles finissent toujours par se séparer. Suivant les systèmes, la séparation peut cependant être plus ou moins rapide. Plusieurs facteurs, comme la taille des gouttes, la "qualité" des tensioactifs adsorbés à l'interface E/H, ou encore la température ou la pression auxquelles l'émulsion est soumise, influent sur le temps de démixtion des deux phases [33].

Les principales étapes de la rupture d'une émulsion sont :

- **la floculation** : les gouttelettes viennent en contact et s'agrègent sous l'effet de forces attractives.
- **la sédimentation ou le crémage** : les flocs de gouttelettes migrent, selon la densité des deux phases, vers le bas (sédimentation) ou vers le haut (crémage) du récipient contenant l'émulsion. La vitesse de sédimentation de gouttelettes sphériques indéformables et sans interaction (donc très diluées).
- **la coalescence** : les gouttelettes en contact fusionnent pour former des gouttes de plus grand volume. Ce phénomène se répète jusqu'à la démixtion complète du système en deux phases distinctes.



**Figure I.8** : Coupure d'instabilité d'une émulsion

# **Chapitre II**

## **Matériels et méthodes**

## **II.1. Introduction**

L'objectif de notre travail est élaborer un nouveau type de crème à base des bio-polymères carraghénane, hydroxypropylméthylcellulose, xanthane et alginate de sodium dont :

- La durée d'épilation est entre 4 à 5 mn
- Absence d'irritation.

Et étudier leur impact sur les propriétés organoleptiques (aspect, couleur, odeur, irritation et durée d'épilation), physico-chimiques (pH, densité, microscope, stabilité, viscosité et rhéologie) d'une crème à usage cosmétique « dépilatoire » et la comparé avec des crèmes disponibles sur le marché de marque internationale et locale: « Veet », « Splendide », « Venus », « Protea ».

Les matières premières que nous avons utilisées ont été prises à partir des brevets scientifiques [34-36] et selon les compositions des références regroupées dans le tableau II.2.

## **II.2.Matières premières**

### **II.2.1. L'eau de process**

L'eau de process désigne l'eau utilisée dans les installations industrielles pour le fonctionnement d'un procédé ou la fabrication d'un produit, dans notre formulation l'eau occupe 60% en masse de la crème dans ce cas des analyses doivent être appliqué afin d'utilisé cette eau.

On distingue deux types d'eau :

1/L'eau adoucies : cette eau contient trop d'ions de Magnésium et de Calcium.

2/L'eau osmosée : contient moins d'ions de Magnésium et de Calcium.

Nous avons travaillé avec l'eau osmosé pour la fabrication de notre crème, cette eau à subit deux types d'analyses, analyse microbienne et analyse physico-chimique suivant la norme Pharmacopée Européenne.

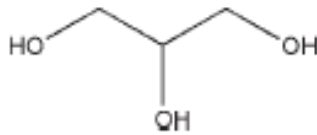
Les traitements d'eau ont été réalisés avec des modules de filtration, dont des membranes de taille (0.22-0.45  $\mu\text{m}$ ) ont été utilisés.

### **II.2.2 Glycérine**

La glycérine connu sous le nom 1,2,3-propanetriol ou le glycérol est utilisée comme solvant ou cosolvant dans les crèmes et les émulsions , c'est un liquide hygroscopique (absorbe la

vapeur d'eau contenue dans l'air) clair, incolore, inodore, visqueux. Il a un goût sucré, environ 0,6 fois plus doux que le saccharose.

La glycérine peut exploser si elle est mélangée avec des agents oxydants puissants tels que le trioxyde de chrome, le chlorate de potassium ou le permanganate de potassium. En solution diluée, la réaction se déroule à un rythme plus lent avec la formation de plusieurs produits d'oxydation. La coloration noire de la glycérine se produit en présence de lumière ou au contact de l'oxyde de zinc ou du nitrate de bismuth basique.



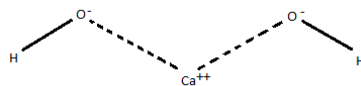
**Figure II.1 :** Formule structurelle de glycérine

La glycérine est utilisée autant que :

- Agent de conservation antimicrobien.
- Émoullient.
- Humectant [37].

### II.2.3 Hydroxyde de calcium

L'hydroxyde de calcium est un ingrédient cosmétique courant dans les produits de coiffure et d'épilation, ainsi que dans les préparations de rasage, il se présente sous forme de poudre blanche ou presque blanche. Il a un goût amer et alcalin et il absorbe facilement le dioxyde de carbone pour former du carbonate de calcium. L'hydroxyde de calcium est incompatible avec les acides forts, l'anhydride maléique, le phosphore, le nitroéthane, le nitrométhane, les nitroparaffines et le nitropropane. L'hydroxyde de calcium peut être corrosif pour certains métaux.



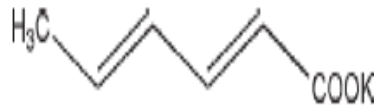
**Figure II.2 :** Formule structurelle d'hydroxyde de calcium

L'hydroxyde de calcium est utilisé comme :

- Régulateur du pH [38].

## II.2.4 Sorbate de potassium

Le sorbate de potassium se présente sous forme de poudre cristalline blanche avec une légère odeur caractéristique. Une certaine perte d'activité antimicrobienne se produit en présence de tensioactifs non ioniques et de certains plastiques.



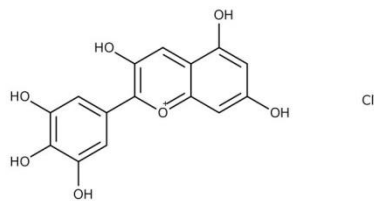
**Figure II.3 :** Formule structurelle de sorbate de potassium

Le sorbate de potassium est utilisé comme :

- Agent de conservation antimicrobien [39].

## II.2.5 Paraffine liquide

L'huile minérale est un liquide huileux transparent, incolore et visqueux, il est pratiquement insipide et inodore quand froid, et a une légère odeur de pétrole lorsqu'il est chauffé. Il est également utilisé dans les émulsions huile dans eau, comme solvant. La paraffine liquide est incompatible avec les agents oxydants forts.



**Figure II.4 :** Formule structurelle de paraffine liquide

La paraffine liquide est utilisée comme :

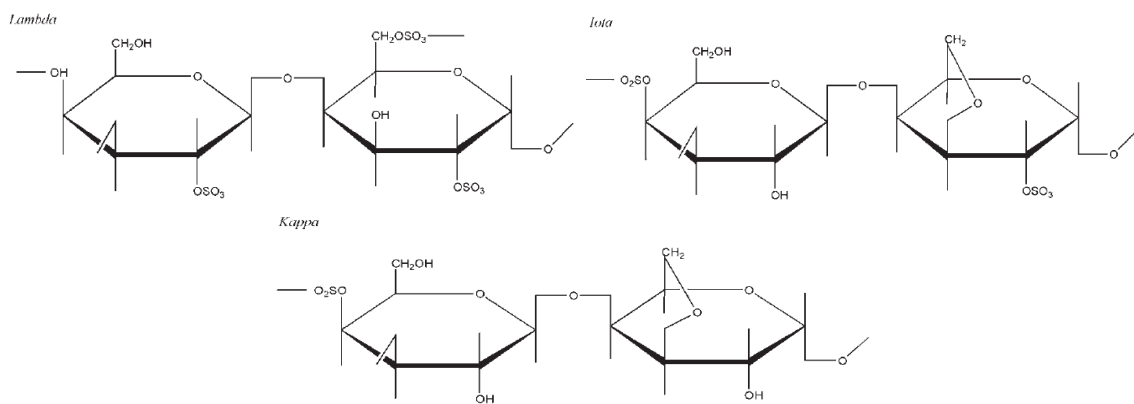
- Émollient.
- Lubrifiant.
- Solvant [40].

## II.2.6 Carraghénane

Le carraghénane, une fois extrait de la source d'algues appropriée, est une poudre brute à fine de couleur jaune brun à blanche inodore et sans goût. Les carraghénanes sont divisés en trois

familles selon la position des groupes sulfate et la présence ou l'absence de l'anhydrogalactose.

1. Le  $\lambda$ -carraghénane ( $\lambda$ -carraghénane) est un polymère non-gélifiant contenant environ 35% d'ester sulfate en poids et pas de 3,6-anhydrogalactose.
2. Le  $\iota$ -carraghénane ( $\iota$ -carraghénane) est un polymère gélifiant contenant environ 32% d'ester sulfate en poids et environ 30% en 3,6-anhydrogalactose.
3. Le  $\kappa$ -carraghénane ( $\kappa$ -carraghénane) est un polymère fortement gélifiant qui a une structure tertiaire hélicoïdale qui permet la gélification. Il contient 25% d'ester sulfate en poids et environ 34% en 3,6-anhydrogalactose.



**Figure II.5 :** Formule structurale de carraghénane

Le carraghénane est utilisé comme :

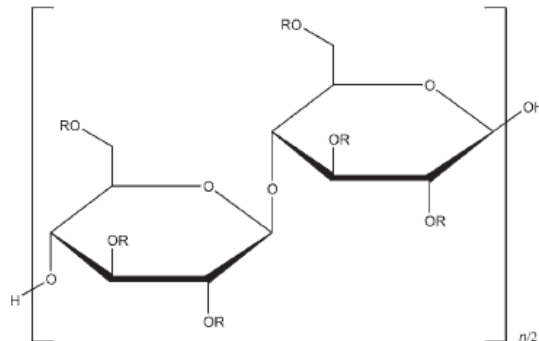
- Agent émulsifiant
- Base de gel
- Agent stabilisant
- Agent de suspension
- Agent augmentant la viscosité [41].

### II.2.7 Hydroxypropylméthylcellulose (HPMC)

L'hypromellose (hydroxypropylméthylcellulose) est une poudre fibreuse ou granuleuse blanche, sans odeur et sans goût. Par rapport à la méthylcellulose, l'hypromellose produit des solutions aqueuses plus claires, avec moins de fibres non dissoutes présentes.

L'hypromellose est utilisée comme émulsifiant, agent de suspension et agent stabilisant dans les gels et les onguents topiques. En tant que colloïde protecteur, il peut empêcher la coalescence ou l'agglomération des gouttelettes et des particules, empêchant ainsi la formation

de sédiments, il est incompatible avec certains agents oxydants. Comme il est non ionique, il ne se complexera pas avec les sels métalliques ou les composés organiques ioniques pour former des précipités insolubles.



**Figure II.6 :** Formule structurale d'hydroxypropylméthylcellulose

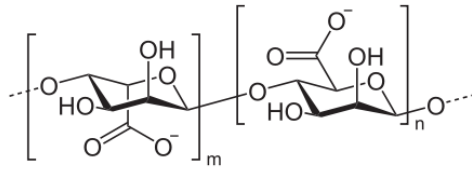
L'hypromellose est utilisé comme :

- Agent solubilisant.
- Agent stabilisant.
- Agent de suspension.
- Agent épaississant.
- Agent augmentant la viscosité.
- Agent émulsifiant.
- Agent filmogène.
- Agent moussant.
- Agents de dispersion [42].

### II.2.8. Alginate de sodium

L'alginate de sodium se compose principalement du sel de sodium de l'acide alginique, qui est un mélange d'acides polyuroniques composés de résidus d'acide dmannuronique et d'acide L-guluronique. Il se présente sous la forme d'une poudre de couleur blanche à brun jaunâtre pâle, sans odeur et sans goût. L'alginate de sodium est incompatible avec les dérivés d'acridine, le cristal violet, l'acétate et le nitrate phénylmercuriques, les sels de calcium, les métaux lourds et l'éthanol à des concentrations supérieures à 5%.





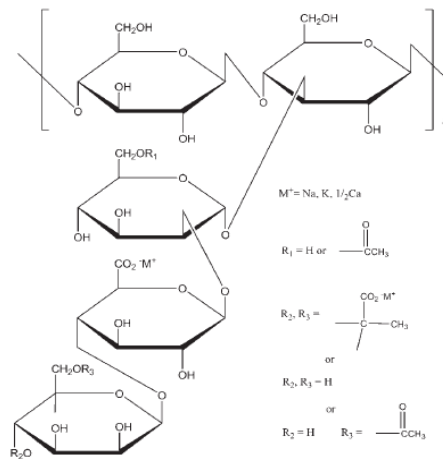
**Figure II.7 :** Formule structurale d'alginate de sodium

L'alginate de sodium est utilisé comme :

- Agent stabilisant
- Agent de suspension
- Agent augmentant la viscosité [43].

### II.2.9. Gomme de xanthane

La gomme xanthane se présente sous forme de crème ou de poudre fine de couleur blanche, inodore et fluide. La gomme xanthane est un matériau anionique et n'est généralement pas compatible avec les tensioactifs cationiques, les polymères ou les conservateurs, car elle se précipite. Les tensioactifs anioniques et amphotères à des concentrations supérieures à 15% provoquent la précipitation de la gomme xanthane dans une solution.



**Figure II.8 :** Formule structurale de gomme xanthane

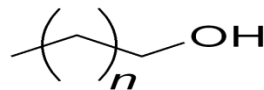
La gomme xanthane est utilisée comme :

- Agent gélifiant.
- Agent stabilisant.
- Agent de suspension.
- Agent augmentant la viscosité [44].

### II.2.10. Alcool cétéarylique

L'alcool cétéarylique aussi appelé alcool cétostéarylique est un mélange d'alcools aliphatiques solides constitué principalement d'alcools stéaryliques (C<sub>18</sub>H<sub>38</sub>O) et de cétyle (C<sub>16</sub>H<sub>34</sub>O). La proportion d'alcool stéarylique par rapport à l'alcool cétylique varie considérablement, mais le matériau est généralement constitué d'environ 50 à 70% d'alcool stéarylique et de 20 à 35% d'alcool cétylique, avec des limites spécifiées dans les pharmacopées. L'alcool stéarylique et l'alcool cétylique combinés constituent au moins 90% du matériau. Le reste de la matière est constitué de petites quantités d'autres alcools, principalement de l'alcool myristylique.

L'alcool cétéarylique se présente sous forme de masses, flocons, pellets ou granules onctueux de couleur blanche ou crémeuse. Il a une légère odeur caractéristique. Lors du chauffage, l'alcool cétéarylique fond en un liquide clair, incolore ou de couleur jaune pâle ; il est incompatible avec les agents oxydants forts et les sels métalliques.



**Figure II.9 :** Formule structurelle d'alcool cétéarylique

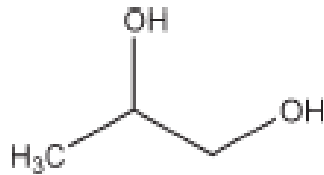
L'alcool cétéarylique est utilisé dans le domaine cosmétique comme :

- Émollient
- Agent émulsifiant
- Agent augmentant la viscosité [45].

### II.2.11. Propylène glycol

Le propylène glycol est utilisé dans les cosmétiques et dans l'industrie alimentaire comme support pour les émulsifiants et comme véhicule pour les arômes de préférence à l'éthanol, car son manque de volatilité offre un goût plus uniforme. Il se présente sous forme d'un liquide incolore, visqueux, pratiquement inodore, au goût sucré et légèrement acide qui ressemble à celui de la glycérine.

Le propylène glycol est incompatible avec les réactifs oxydants tels que le permanganate de potassium.



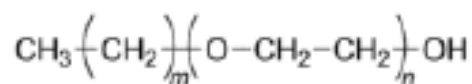
**Figure II.10 :** Formule structurelle de propylène glycol

Le propylène glycol est utilisé dans le domaine cosmétique comme :

- Agent de conservation antimicrobien
- Désinfectant
- Humectant
- Plastifiant
- Solvant
- Agent stabilisant
- Cosolvant miscible à l'eau [46].

### II.2.12.Ceteareth-20

Ceteareth-20 est l'éther de polyéthylène glycol de l'alcool cétéarylique, sous forme de granulés blanches, il est utilisé dans les cosmétiques tels que hydratant pour le visage, revitalisant, traitement anti-âge, revitalisant, nettoyant, écran solaire, exfoliant / gommage, crème dépilatoire et traitement de l'acné.



**Figure II.11 :** Formule structurelle de ceteareth-20

Le ceteareth-20 est utilisé comme :

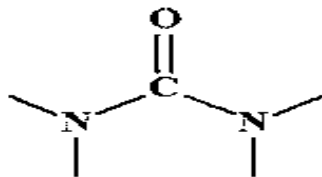
- Emollient
- Tensioactif
- Emulsifiant [47].

### II.2.13.Urée

L'urée est une substance organique sous forme de poudre blanche cristalline. En raison de ses propriétés fonctionnelles, l'urée est largement utilisée dans le domaine cosmétique pour la

production de crèmes, de lotions ou de gels pour le traitement des peaux très déshydratées et plus épaisses. Plus précisément, les crèmes d'urée possèdent les propriétés suivantes:

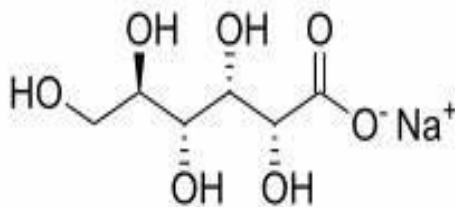
- Propriétés kératolitique-exfoliantes : l'application de crèmes avec de l'urée favorise l'élimination des cellules mortes de la surface de la peau
- Hydratantes et adoucissantes : tenant efficacement les molécules d'eau, hydratent la peau en profondeur, ramollir la couche de la peau et favoriser la cicatrisation des petites fissures de la peau.
- Propriétés émoullientes et apaisantes : utilisées pour réparer et régénérer la peau dans la post d'épilation immédiate [48].



**Figure II.12 :** Formule structurale d'urée

#### II.2.14Gluconate de sodium

Le gluconate de sodium, également appelé gluconate de sodium ou sel de sodium de l'acide gluconique doté d'une propriété chélatante. Le gluconate de sodium se chélate et forme des complexes stables avec divers ions, les empêchant de participer à des réactions chimiques[49], il est produit par fermentation du glucose. Il appartient à la poudre cristalline blanche, cette poudre est très soluble dans l'eau. De plus, il présente des caractéristiques non toxiques, non corrosives et facilement biodégradables.



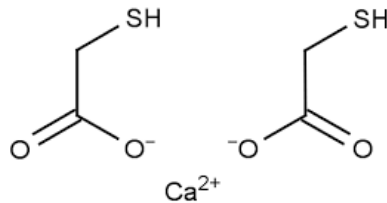
**Figure II.13 :** Formule structurale de gluconate de sodium

Il est utilisé comme :

- Agent de chélation [50].

### II.2.15 Thioglycolate de calcium

Le thioglycolate de calcium est composé des sulfhydryles et des ions métalliques tels que le fer et le cuivre, il est sous forme poudre cristalline blanche .Il est utilisé comme un agent d'épilation (sert à détruire la liaison disulfure dans la cystine, augmentant ainsi la pression osmotique interne du poil, se dilatant et se ramollissant rapidement jusqu'à la rupture) [51].

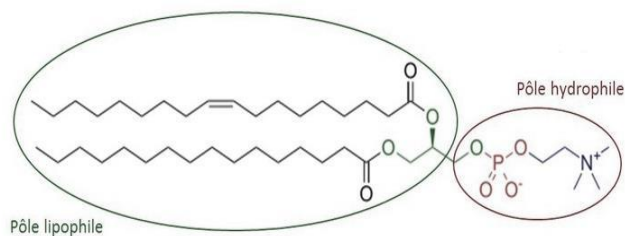


**Figure II.14 :** Formule structurale de thioglycolate de calcium

### II.2.16 Lécithine de soja

La lécithine de soja est un émulsifiant végétal sous forme de liquide visqueux jaune foncé à orangé présente notamment dans les fèves de soja, les graines de tournesol et de colza, mais aussi dans le jaune d'œuf [52]. Elle désigne les phosphatidylcholines, et donc elle est amphiphile, en d'autres mots elle possède un pôle hydrophile (c'est-à-dire miscible dans l'eau) et une queue hydrophobe (ou lipophile, c'est-à-dire qui n'aime pas l'eau, mais qui a une affinité avec les matières grasses). Alors en raison de cette caractéristique peut se fixer à la fois aux molécules hydrophobes et hydrophiles, on appelle donc la lécithine de soja un émulsifiant ayant des propriétés tensio-actives.

- Son pôle hydrophile : La choline et le groupe phosphate.
- Sa queue hydrophobe : Les acides gras.



**Figure II.15 :** Formule structurale de lécithine de soja

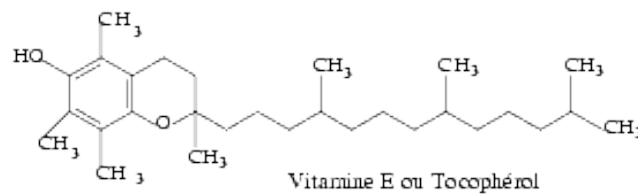
La lécithine de soja est utilisée comme:

- Co-émulsifiant : améliore la qualité et la stabilité des émulsions.

- Emollient : assouplit la peau.
- Modificateur de texture : donne un toucher très soyeux et une texture plutôt fluide
- Filmogène : prévient la déshydratation de la peau, la protège des agressions (froid, vent, humidité, sécheresse...)
- Adapté aux peaux sensibles car les lipides polaires (phospholipides et glycolipides) constituant la lécithine sont similaires à ceux qui forment les membranes de nos cellules.
- Antioxydant.
- Très bonne biodégradabilité (c'est un constituant naturel de nombreux végétaux) [53].

### II.2.17 Tocophérol

Le tocophérol, ou vitamine E, est un antioxydant naturel qui peut être isolé de l'huile végétale. Tocopherol isolé est une huile visqueuse dont la couleur varie du jaune au rouge brunâtre [54].



**Figure II.16 :** Formule structurelle de tocophérol

Le tocophérol utilisé comme:

- Antioxydant : protège les huiles et beurres du rancissement.
- Anti-âge : bloque l'action des radicaux libres sur la peau, réduit notamment les dommages cellulaires liés à l'exposition aux UV.
- Activité anti-inflammatoire sur la peau (utile en cas de coups de soleil.....).
- Aide à maintenir l'élasticité et l'hydratation de la peau en renforçant le film hydrolipidique cutané [55].

### II.2.18 Huile d'amande

L'huile d'amande douce est une huile extraite de l'amandon, le fruit sec d'amandier qui contient la fameuse amande douce très riche en huile. L'huile d'amande douce est riche en différentes vitamines, mais surtout en vitamine A (améliore l'élasticité de la peau) et en vitamine E (accélère la réparation cellulaire). Elle est aussi très riche en minéraux et

contient du potassium, du phosphore, du calcium, du magnésium, du fer, du zinc et du cuivre [56].

Elle est utilisée comme :

- Émolliente.
- Antioxydante
- Nourrissante.
- Régénérante, réparatrice cutanée.
- Adoucissante.
- Cicatrisante.
- Protectrice cutanée [57].

Les caractéristiques physico-chimiques de toutes les matières premières sont regroupées dans le tableau II.1

**Tableau II.1 : Propriétés physico-chimiques des matières premières**

<b>Matières premiers</b>	<b>Propriétés chimiques</b>		<b>Propriétés physiques</b>	
Eau	<b>Formule brute</b>	H <sub>2</sub> O	<b>Conductivité</b>	4.30 μS
			<b>pH</b>	6.02
Glycérine	<b>Formule brute</b>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	<b>T° fusion</b>	17.88°C
	<b>Masse molaire (g·mol<sup>-1</sup>)</b>	92,09	<b>T° ébullition (760 mm Hg)</b>	290 °C
Hydroxyde de calcium	<b>Formule brute</b>	Ca(OH) <sub>2</sub>	<b>Température de fusion</b>	580°C (décomposition)
	<b>Masse molaire (g·mol<sup>-1</sup>)</b>	74.1	<b>pH</b>	12.4
			<b>Solubilité</b> Très peu soluble dans l'eau (cette solubilité augmente en présence d'alcool « glycérine » et de sucre « saccharose » et décroît lorsque la température augmente)	
Sorbatede potassium	<b>Formule brute</b>	C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> O <sub>2</sub> K	<b>T° fusion</b>	270°C(décomposition)
	<b>Masse molaire(g·mol<sup>-1</sup>)</b>	150.22	<b>Densité</b>	1.363 g/cm <sup>3</sup>
Hydroxypropylméthylcellulose	<b>Formule brute</b>	C <sub>56</sub> H <sub>108</sub> O <sub>30</sub>	<b>pH</b>	5-8
	<b>Masse molaire(g·mol<sup>-1</sup>)</b>	10 <sup>3</sup> -1 500 <sup>3</sup>	<b>Température de fusion</b>	-Bruit à 190-200°C -Carbonisation à 225-230 ° C.
			<b>Température de transition vitreuse</b>	170-180°C
Gomme xanthane	<b>Formule brute</b>	(C <sub>35</sub> H <sub>49</sub> O <sub>29</sub> ) <sub>n</sub>	<b>Température de fusion</b>	Carbonisation à 270°C
	<b>Masse molaire (g·mol<sup>-1</sup>)</b>	10 <sup>5</sup>	<b>pH</b>	6-8
			<b>Solubilité</b> Pratiquement insoluble dans l'éthanol et l'éther, soluble dans l'eau froide ou tiède.	
Alginate de sodium	<b>Formule brute</b>	(C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> NaO <sub>6</sub> ) <sub>n</sub>	<b>pH</b>	7.2
	<b>Masse molaire(g·mol<sup>-1</sup>)</b>	198.1	<b>Solubilité</b> Pratiquement insoluble dans les mélanges d'éthanol (95%), d'éther, de chloroforme et d'éthanol / eau dans lesquels la teneur en éthanol est supérieure à 30%. Insoluble dans les autres solvants organiques et les solutions aqueuses acides dont le pH est inférieur à 3. Lentement soluble dans l'eau, formant une solution colloïdale visqueuse.	
Paraffine	<b>Formule brute</b>		<b>Solubilité</b>	



liquide	mélange d'hydrocarbures aliphatiques saturés liquides raffinés (C <sub>14</sub> à C <sub>18</sub> ) et cycliques obtenus à partir de pétrole.		Pratiquement insoluble dans l'éthanol (95%), la glycérine et l'eau; soluble dans l'acétone, le benzène, le chloroforme, le sulfure de carbone, l'éther et l'éther de pétrole. Miscible avec les huiles volatiles et les huiles fixes, à l'exception de l'huile de ricin.	
Propylène glycol	<b>Formule brute</b>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	<b>Température d'ébullition</b>	188°C
	<b>Masse molaire (g·mol<sup>-1</sup>)</b>	76.09	<b>Température de fusion</b>	-59°C
			<b>Solubilité</b> Miscible avec l'acétone, le chloroforme, l'éthanol (95%), glycérine et eau. Soluble à 1 sur 6 parties d'éther; non miscible avec une huile minérale légère ou fixe, mais en dissoudra une partie huiles essentielles	
Cetareth-20	<b>Formule brute</b>	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>m</sub> (O(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> OH	<b>Température de fusion</b>	40-46 ° C
	<b>Masse molaire (g·mol<sup>-1</sup>)</b>	270.49	<b>Solubilité</b> Soluble dans l'eau et l'alcool	
Urée	<b>Formule brute</b>	CO (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	<b>Température de fusion</b>	132.6°C
	<b>Masse molaire (g·mol<sup>-1</sup>)</b>	60.06	<b>Solubilité</b> soluble dans l'eau, le benzène et l'alcool, légèrement soluble dans l'éther	
Gluconate de sodium	<b>Formule brute</b>	C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> NaO <sub>7</sub>	<b>Température de fusion</b>	170-175°C
	<b>Masse molaire (g·mol<sup>-1</sup>)</b>	218,14	<b>pH</b>	6.2 – 7.5
			<b>Solubilité</b> Très soluble dans l'eau et peu soluble dans l'éthanol	
Thioglycolate de calcium	<b>Formule brute</b>	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> CaO <sub>4</sub> S <sub>2</sub>	<b>pH</b>	11-12
	<b>Masse molaire (g·mol<sup>-1</sup>)</b>	222.3	<b>Solubilité</b> Soluble dans l'eau	

## II.3. Etude préliminaire

### II.3.1 Les crèmes dépilatoire disponibles en Algérie

Il existe plusieurs crèmes dépilatoire en Algérie. Il y a ceux qui sont importés comme « Veet », « Nair », « OE » et ceux qui sont fabriqués en Algérie tels que « Splendide », « Protea » et « Venus ».

**Tableau II.2 :** Composition chimique des crèmes dépilatoires locales

<b>Nom Commercial des crèmes</b>	<b>Composition chimique</b>
Venus	Eau, Alcool cétéarylique, Cetareth 12, Petrolatum , Propylène glycol, Acide diamine tetraacétriq, urée, Thioglycolate de calcium, Thioglycolate de potassium, Hydroxyde de sodium, Parfum
Protea	Eau, Alcool cétéarylique, Cetareth 20, Hydroxyde de potassium, Thioglycolateacédique, Carbonate de calcium, Tocophérol, Amylcinnamal, Parfum
Splendide	Eau, Agents adoucissants, Hydroxyde de sodium, Thioglycolate de calcium, Extrait d'algue marine naturel, Parfum

**Tableau II.3 :** Composition chimique des crèmes dépilatoires importés

<b>Nom Commercial des crèmes</b>	<b>Composition chimique</b>
Veet	Eau, urée, Paraffine, Alcool cétéarylique, Thioglycolate de potassium, Hydroxyde de calcium, Talc, Cetareth 20, Glycérine, Sorbitol, Trisilicate de magnésium, Silicate de sodium, Acrylate copolymère, Tocophérol, Dioxyde de titane, Parfum
Nair	Eau, Paraffine liquide, Thioglycolate de calcium, L'alcool cétéarylique, Hydroxyde de calcium, Hydroxyde de sodium, Ceteth-20, Silice, Cire d'abeille synthétique, Huile de son d'Oryzasativa, Huile de graines d'Helianthusannuus, Extrait de fleur de Prunus serrulata, Extrait de Phalaenopsisamabilis, Parfum, Glycérine, Acide citrique, Tocophérol, Benzoate de sodium, Sorbate de potassium
OE	Eau, Alcool cétéarylique, Hydroxyde de potassium, Acide thioglycolique, Carbonate de calcium, Cetareth-20, Huile de noyau d'arganiaspinosa, Extrait de beurre de ButyrospermumParkii, Parfum, Méthylcellulose, Tocophérol, Chlorure de sodium, Nitrate de magnésium, Méthylchloroisothiazolinone, Chlorure de magnésium, Méthylisothiazolinone, Citronellol, Butylphénylméthylpropional

### II.3.2 Pré-formulation

Après avoir examiné les compositions des références et les brevets scientifiques, la démarche expérimentale que nous avons suivie se déroule en deux étapes :

- La préparation de la phase aqueuse et la phase huileuse.
- La dispersion de la phase aqueuse dans la phase huileuse.

### **II.3.2 .1 La phase huileuse**

La phase huileuse appelée également « phase grasse, phase lipophile ou phase organique » comporte des huiles, des cires et des graisses d'origine végétale, animale ou minérale. La phase huileuse d'une émulsion est généralement composée d'un mélange d'ingrédients, sert à donner un toucher particulier à la formule et favorise le maintien de l'hydratation de l'épiderme.

### **II.3.2.2 Phase aqueuse**

La phase aqueuse appelée « phase hydrophile » contient l'eau et divers composants hydrosoluble, les solutés de la phase aqueuse sont de nature diverse : ions minéraux, acides, bases, vitamines, glucides, protéines.... etc.

En fonction du type d'émulsion (alimentaire, cosmétique, pharmaceutique) des substances peuvent être ajoutées à l'une ou l'autre phase pour conférer au produit diverses propriétés (augmentation de la durée de conservation, modification du goût, de la texture, de l'aspect, maintien de l'humidité.... etc.).

### **II.3.2.3 Dispersion de la phase aqueuse dans la phase huileuse**

Cette étape appelée « émulsion eau dans huile » très importante sert à obtenir une crème homogène, plus riche et nourrissante.

Nous avons fait plusieurs expériences qui sont indiquées dans le tableau II.3.

**Tableau II.3 :** Quantités des matières premières des expériences de pré-formulation de la crème dépilatoire à base de xanthane

1ère expérience		2ème expérience		3ème expérience		4ème expérience		5ème expérience	
Matière première	Quantité (g)	Matière première	Quantité (g)	Matière première	Quantité (g)	Matière première	Quantité (g)	Matière première	Quantité (g)
Eau	63	Eau	57	Eau	61	Eau	59	Eau	60
Cetearet h-20	2	Cetearet h-20	2	Cetearet h-20	2	Cetearet h-20	2	Cetearet h-20	2
Xanthane	1	Xanthane	1	Xanthane	0.93	Xanthane	0.90	Xanthane	0.90
L'acide citrique	0.1	EDTA	0.50	EDTA	0.10	Gluconate de sodium	0.10	Gluconate de sodium	0.10
L'urée	8	L'urée	8	L'urée	8	L'urée	8	L'urée	8
Hydroxyde de potassium	1	Hydroxyde de calcium	0.30	Hydroxyde de sodium	1	Hydroxyde de calcium	0.20	Hydroxyde de calcium	0.20
Glycérine	3	Glycérine	5	Glycérine	3	Glycérine	3	Glycérine	3
Propylène glycol	0.10	Propylène glycol	0.10	Propylène glycol	0.10	Propylène glycol	0.20	Propylène glycol	0.20
Sorbate de potassium	0.30	Sorbate de potassium	0.20	Sorbate de potassium	0.30	Sorbate de potassium	0.30	Sorbate de potassium	0.30
Alcool cétéarylique	3	Alcool cétéarylique	5	Alcool cétéarylique	5	Alcool cétéarylique	3	Alcool cétéarylique	2
Acrylate copolymère	0.10	Acrylate copolymère	2	Acrylate copolymère	2	Acrylate copolymère	1	Lécithine de soja	0.40
Paraffine	5	Paraffine	5	Paraffine	5	Paraffine	10	Paraffine	10
Huile d'amande	0.04	Huile d'amande	0.50	Huile d'amande	0.50	Huile d'amande	1	Huile d'amande	1.50
Tocophérol	0.01	Tocophérol	0.10	Tocophérol	0.10	Tocophérol	0.10	Tocophérol	0.10
Thioglycolate de potassium	12	Thioglycolate de potassium	12	Thioglycolate de potassium	10	Thioglycolate de potassium	10	Thioglycolate de calcium	10
Parfum	1.35	Parfum	1.30	Parfum	0.97	Parfum	1.20	Parfum	1.30

Ces expériences nous ont donné des différents résultats à cause des différentes matières utilisées, les résultats obtenus sont résumés dans les observations suivantes

### **Première expérience**

- Instable (séparation des phases)
- Changement de couleur
- Irritation
- Pas d'effet d'épilation
- Mauvaise odeur

### **Deuxième expérience**

- Instable (séparation des phases)
- Changement de couleur
- Pas d'effet d'épilation
- Mauvaise odeur

### **Troisième expérience**

- Instable (séparation des phases)
- Irritation
- Mauvaise odeur
- Changement de couleur
- Pas d'effet d'épilation

### **Quatrième expérience**

- Instable (séparation des phases)
- Mauvaise odeur
- Pas d'effet d'épilation

### **Cinquième expérience**

- Stable
- Non irritante
- Pas de changement de couleur
- Présence d'effet d'épilation
- Bonne odeur

D'après les observations des expériences de pré-formulation, nous avons atteints l'expérience finale qui nous a donné les meilleurs résultats.

### II.3.3. Formulation

Suite aux essais de préliminaires, On a préparé les quatre crèmes dépilatoire suivantes en utilisant les différents bio-polymères :

- Crème à base de carraghénane.
- Crème à base de hydroxypropylméthylcellulose.
- Crème à base de xanthane.
- Crème à base d'alginate de sodium.

On a travaillé aux mêmes quantités dans chaque crème sauf la quantité des bio-polymères et la quantité de parfum qui changent.

**Tableau II.4** : Quantités des matières premières de la formulation

Matières premières	Intervalle (g)	Quantité (g)	Fonction
Eau	55 – 60	58	Solvant
Cetareth 20	0.10 – 5	2	Tensioactif
Glycérine	0.5 – 3	3	Agent émollient Agent humectant
Propylène glycol	0.50 – 5	0.20	Agent humectant
Sorbate de potassium	0.10 - 0.30	0.30	Conservateur
Gluconate de sodium	0.01 - 0.10	0.10	Agent de chélation
Hydroxyde de calcium	0.10 – 10	0.20	Régulateur de pH
L'urée	5 – 10	8	Agent humectant Agent émollient
Paraffine	5 – 10	10	Agent émollient
Alcool cétéarylique	2 – 5	2.90	Tensioactif
Lécithine de soja	-	0.40	Emulsifiant
Tocophérol	0.01 - 0.10	0.10	Agent hydratant Agent anti-irritant
Huile d'amande	-	2	Agent émollient
Thioglycolate de calcium	10 – 15	10	Principe actif

**Tableau II.5 : Quantités des bio-polymères et parfum**

<b>Bio-polymère</b>	<b>Quantité de bio-polymère (g)</b>	<b>Quantité de Parfum (g)</b>
Carraghénane	0.90	1.90
HPMC	0.70	2.10
Xanthane	0.90	1.90
Alginate	1	1.80

La présence ou l'ajout de produits chimiques, appelés tensioactifs interviennent de deux manières dans la formation des émulsions, d'une part ils réduisent la tension interfaciale entre les liquides immiscibles, d'autre part ils forment une pellicule interfaciale entre le liquide dispersé (phase interne) et le milieu continu (phase externe), agissant comme une barrière protectrice qui retarde ou empêche la séparation des liquides.

Dans laquelle on peut distinguer deux parties : une partie hydrophile soluble dans l'eau et les solvants polaires, une autre partie hydrophobe soluble dans les huiles et les solvants non polaires [58].

L'affinité relative d'un tensioactif pour l'eau et l'huile est souvent caractérisée par un nombre sans dimension appelé « HLB : hydrophiliclipophilic balance », dont la valeur est comprise entre 1 et 40 [32].

Le tableau suivant présente les valeurs de HLB des tensioactifs qui sont utilisés dans notre préparation de la crème dépilatoire :

**Tableau II.6 : HLB des tensioactifs**

<b>Tensioactif</b>	<b>HLB</b>
Ceteareth-20	15.2
Lécithine de soja	4

### **II.3.3.1 Méthode de préparation de la crème dépilatoire**

- Préparation de la phase aqueuse

La phase aqueuse est préparée en dispersant préalablement la poudre de ceteareth-20 dans 30 ml d'eau sous agitation (200 tr/min) à l'aide d'un barreau aimanté pendant 24h. Ensuite on rajoute le bio-polymère partiellement en augmentant la vitesse d'agitation jusqu'à (800tr/min) pour faciliter l'accès des molécules d'eau aux molécules de bio-polymère et de faciliter

l'hydratation, cela permet de réduire la formation des grumeaux ;car les grumeaux sont en fait des agglomérats de poudres de bio-polymère hydrates en surface alors cette hydratation en surface rend difficile l'hydratation des poudres emprisonnées à l'intérieur.

La glycérine et le propylène glycol sont ensuite ajoutés sous forte agitation (1000 tr/min) au mélange pendant 20 mn puis on rajoute une solution contenant 1 ml d'eau, sorbate de potassium et de gluconate de sodium.

Après cette étape on verse une solution d'hydroxyde de calcium qui est dispersé dans 6 ml d'eau doucement au mélange précédant sous agitation pendant 5 min pour éviter la formation des grumeaux.

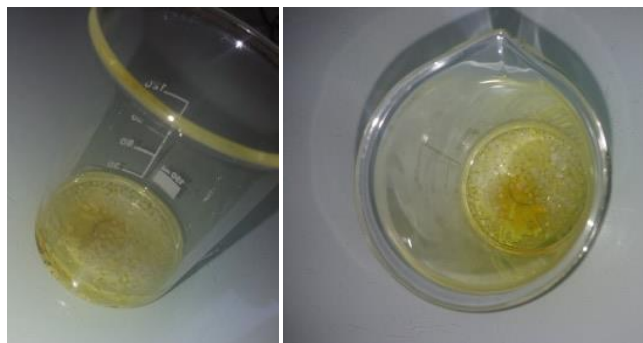
A la fin on ajoute une solution d'urée qui est dispersé dans 6 ml d'eau à notre mélange principal et on laisse la phase aqueuse sous agitation (400 tr/min) en chauffant jusqu'à atteindre 75°C.



**Figure II.17** :la phase aqueuse

- Préparation de la phase huileuse

La phase huileuse est préparée en mélangeant la lécithine de soja avec l'alcool cétéarylique, la paraffine, l'huile d'amande, tocophérol et le parfum sous agitation (environ 200 tr/min) à 75°C à l'aide d'un agitateur magnétique.



**Figure II.18** :la phase huileuse

- Dispersion de la phase aqueuse dans la phase huileuse



Après avoir chauffé les deux phases on verse la phase aqueuse dans la phase huileuse et on mélange cette émulsion à l'aide d'un ultra-turrax. On surveille la température avec un thermocouple jusqu'à 45°C, ensuite on rajoute la solution constituée de 15 ml d'eau et le principe actif (thioglycolate de calcium) qui a été chauffée à 45°C tout en gardant l'agitation pendant 15 min jusqu'à l'obtention d'une crème.



**Figure II.19** : crème finale

### **II.3.4 Caractérisation de la crème dépilatoire**

#### **II.3.4.1 Propriétés organoleptiques**

Une propriété organoleptique est une caractéristique d'un corps qui peut être observée en l'observant globalement (Aspect, odeur, brillance, temps dépilation). C'est une propriété à grande échelle, par opposition aux « propriétés microscopiques » qui caractérisent les plus petits constituants du corps.

#### **II.3.4.2 Mesure du pH**

La mesure de pH traduit la présence plus ou moins importante d'ions ( $H_3O^+$ ) ce qui le rendra acide ou le contraire beaucoup d'ions ( $OH^-$ ) plus couramment le pH mesure l'acidité ou la basicité d'une solution.

- Si  $pH = 7$  la solution est neutre.
- Si  $pH < 7$  la solution est acide.
- Si  $pH > 7$  la solution est basique.

Le pH mètre utilisé dans notre analyse est de la marque HANNA.

#### **II.3.4.3 Mesure de densité**

La densité ou densité d'un corps ou densité relative d'un corps est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un corps pris comme référence.

Pour les liquides et les solides, le corps de référence est l'eau pure. Dans le cas de gaz ou de vapeur, le corps de référence gazeux est l'air.

La densité est une grandeur sans dimension et sa valeur s'exprime sans unité de mesure.

#### **II.3.4.4 Test microscopique**

La microscopie optique permet de visualiser des objets ou des détails invisibles pour nos yeux, dont la résolution est trop faible.

L'analyse a été faite à l'aide d'un microscope de la marque OPTICA DM-25. Il est utilisé pour agrandir l'objet que l'on souhaite observer (bactéries, levures, organismes unicellulaires) ou fixés (coupes de tissus) à l'échelle cellulaire. Il s'applique aussi à la physique des matériaux ou à la géologie.

#### **II.3.4.5 Test de stabilité**

L'objectif des études de stabilité est de découvrir comment un produit cosmétique ou un composant se modifie dans des conditions données (température, humidité de l'air, lumière) pendant une période déterminée. Les résultats détermineront entre autres la durée de vie et les conditions de stockage recommandées du produit fini.

La stabilité de la crème a été déterminée à l'aide d'une :

- Centrifugeuse à froid de la marque Pro-Analytical by Centurion Scientific Ltd avec une vitesse de 6000 (tr/min) pendant 5 minutes.
- Centrifugeuse à une température de 40°C de la marque eppendorf Centrifuge 5702 R à une vitesse de 4400 tr/min pendant 25 minutes.
- Etuve à 40°C pendant 15 jours.

#### **II.3.4.6. Mesure de viscosité**

La viscosité peut être définie comme l'ensemble des phénomènes de résistance à l'écoulement aux forces appliqués, plus la viscosité augmente et plus la capacité du fluide à s'écouler

facilement diminue, plus l'énergie dissipée par l'écoulement sera importante. Le test été réalisé à l'aide d'un viscosimètre de la marque BROOKFIELD.

#### **II.3.4.7. Test rhéologique**

Le rhéomètre utilisé est un rhéomètre rotatif de type plan-plan (25 mm) de la marque Anton Paar MCR 302, relié avec un bain à température de 20°C, et commandé par un logiciel qui permet de faire le traitement donné.

Nous avons procédé en imposant une rampe à pas logarithmique pour les tracés de courbe d'écoulement (viscosité en fonction de la vitesse de cisaillement), courbes de stabilité (module de conservation, module de perte en fonction de la fréquence), et pour les courbes de la viscoélasticité (module de conservation, module de perte en fonction de la déformation).

# **Chapitre III**

## **Résultats et discussion**

### III.1. Propriétés organoleptiques

Les tests organoleptiques ont été réalisés sur nos échantillons : crème à base de carraghénane (C), crème à base de xanthane (X), crème à base d'hydroxypropylméthylcellulose (H), crème à base d'alginate de sodium (A) et les références : référence « Veet » (R<sub>1</sub>), référence « Splendide » (R<sub>2</sub>), référence « Venus » (R<sub>3</sub>), référence « Protea » (R<sub>4</sub>) pour faire la comparaison entre eux. Ces tests incluent la couleur, l'aspect, l'odeur, l'irritation et la durée d'épilation.



Figure III.1 : Échantillon (C)

Tableau III.1 : Propriétés organoleptiques d'échantillon (C)

Bio-polymère	Couleur	Aspect	Odeur	Irritation	Durée d'épilation
Carraghénane	Blanche	Brillante	Bonne	Non irritante	4 minutes



Figure III.2 : Échantillon (X)

Tableau III.2 : Propriétés organoleptiques d'échantillon (X)

Bio-polymère	Couleur	Aspect	Odeur	Irritation	Durée d'épilation
Xanthane	Blanche	Brillante	Bonne	Non irritante	4 minutes



**Figure III.3** : Echantillon (H)

**Tableau III.3** : Propriétés organoleptiques d'échantillon (H)

<b>Bio-polymère</b>	<b>Couleur</b>	<b>Aspect</b>	<b>Odeur</b>	<b>Irritation</b>	<b>Durée d'épilation</b>
hydroxypropylméthylcellulose	Blanche	Brillante	Bonne	Non irritante	5 minutes



**Figure III.4** : Echantillon (A)

**Tableau III.4** : Propriétés organoleptiques d'échantillon (A)

<b>Bio-polymère</b>	<b>Couleur</b>	<b>Aspect</b>	<b>Odeur</b>	<b>Irritation</b>	<b>Durée d'épilation</b>
Alginate de sodium	Blanc sale	Mate	Bonne	Non irritante	5 minutes



**Figure III.5 : Référence (R<sub>1</sub>)**

**Tableau III.5 : Propriétés organoleptiques de référence (R<sub>1</sub>)**

<b>Nom commercial</b>	<b>Couleur</b>	<b>Aspect</b>	<b>Odeur</b>	<b>Irritation</b>	<b>Durée d'épilation</b>
Veet	Blanche	Brillante	Bonne	Non irritante	5-10 minutes



**Figure III.6 : Référence (R<sub>2</sub>)**

**Tableau III.6 : Propriétés organoleptiques de référence (R<sub>2</sub>)**

<b>Nom commercial</b>	<b>Couleur</b>	<b>Aspect</b>	<b>Odeur</b>	<b>Irritation</b>	<b>Durée d'épilation</b>
Splendide	Blanc Sale	Mate	Bonne	Non irritante	3 minutes



**Figure III.7 : Référence (R<sub>3</sub>)**

**Tableau III.7 : Propriétés organoleptiques de référence (R<sub>3</sub>)**

<b>Nom commercial</b>	<b>Couleur</b>	<b>Aspect</b>	<b>Odeur</b>	<b>Irritation</b>	<b>Durée d'épilation</b>
Venus	Blanche	Semi-brillante	Bonne	Irritante	3-5 minutes



**Figure III.8 : Référence (R<sub>4</sub>)**

**Tableau III.8 : Propriétés organoleptiques de référence (R<sub>4</sub>)**

<b>Nom commercial</b>	<b>Couleur</b>	<b>Aspect</b>	<b>Odeur</b>	<b>Irritation</b>	<b>Durée d'épilation</b>
Protea	Vert claire	Mate	Mauvaise	Irritante	5 minutes

## **Discussion**

D'après ces résultats on remarque que les crèmes (C) et (X) ont donné les meilleurs résultats concernant la durée d'épilation (4 min) que les crèmes (H) et (A) dont la durée d'épilation est (5 min). Concernant l'aspect et la couleur, l'hydroxypropylméthylcellulose a donné un très bon aspect et une merveilleuse brillance à notre crème suivi par le carraghénane. Par contre la crème (A) a donné des résultats non satisfaisante par rapport à la couleur, la brillance et l'aspect.



### III.2 Mesure de pH

La mesure de pH à été effectuée sur les références et nos échantillons pour déterminer leur acidité, les résultats ont été regroupés dans les tableaux suivants :

**Tableau III.9 : pH des échantillons**

Echantillon	C	X	H	A
<b>pH</b>	11.85	11.06	12.17	11.61

**Tableau III.10 : pH des références**

Référence	R <sub>1</sub> (Veet)	R <sub>2</sub> (Splendid)	R <sub>3</sub> (Venus)	R <sub>4</sub> (Protea)
<b>pH</b>	12.85	12.76	11.32	13.07

### Discussion

Le pH de la crème dépilatoire varie entre 9 à 12 [36]. D'après les résultats obtenus de nos échantillons le pH varie entre 11 à 12 à cause de la phase aqueuse qui est riche en ions OH<sup>-</sup> ce qui les rendant basiques, alors on peut dire que nos échantillons répondent aux normes.

### III.3 Test de densité

La densité est le rapport de la masse volumique d'échantillon à la masse volumique d'eau.

$$d = \rho (\text{échantillon}) / \rho (\text{eau})$$

$$\rho (\text{échantillon}) = m (\text{échantillon}) / v (\text{échantillon})$$

$$\rho (\text{eau}) = m (\text{eau}) / v (\text{eau})$$

$$d = [m (\text{échantillon}) / v (\text{échantillon})] / [m (\text{eau}) / v (\text{eau})]$$

$$v (\text{échantillon}) = v (\text{eau})$$

$$d = m (\text{échantillon}) / m (\text{eau}) \quad \text{avec masse d'eau} = 27.73\text{g}$$

**Tableau III.11 : Densité des échantillons**

Echantillon	C	X	H	A
<b>m (g)</b>	27.31	37.37	26.51	27.66
<b>Densité</b>	0.98	0.92	0.96	1

**Tableau III.12** : Densité des références

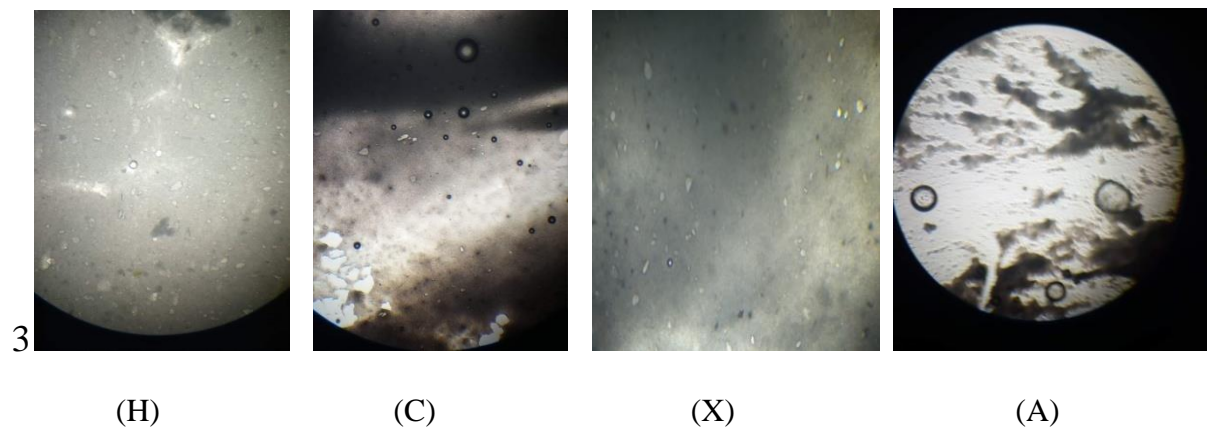
Référence	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
m (g)	29.28	25.65	27.30	28.07
Densité	1.05	0.92	0.97	1.01

## Discussion

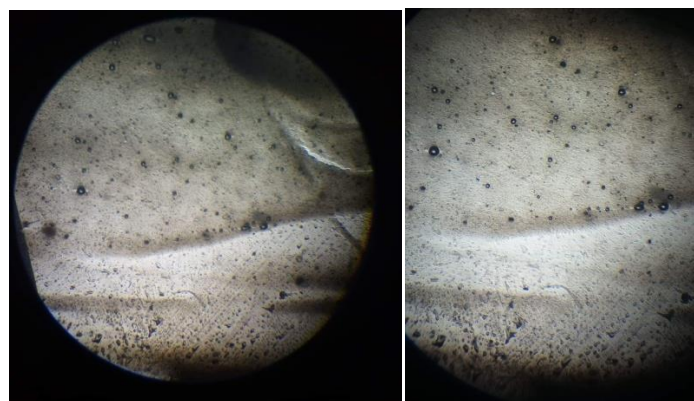
D'après ces résultats on a remarqué que la densité de nos échantillons est proche de celle des références qui varie entre 0.9 à 1.

## III.4 Test microscopique

Le test microscopique était réalisé sur les 4 crèmes à base de différentes bio-polymères et sur la référence Veet .



**Figure III.9** : Photos microscopiques des échantillons



**Figure III.10** : Photo microscopique de la référence (R<sub>1</sub>)

## Discussion

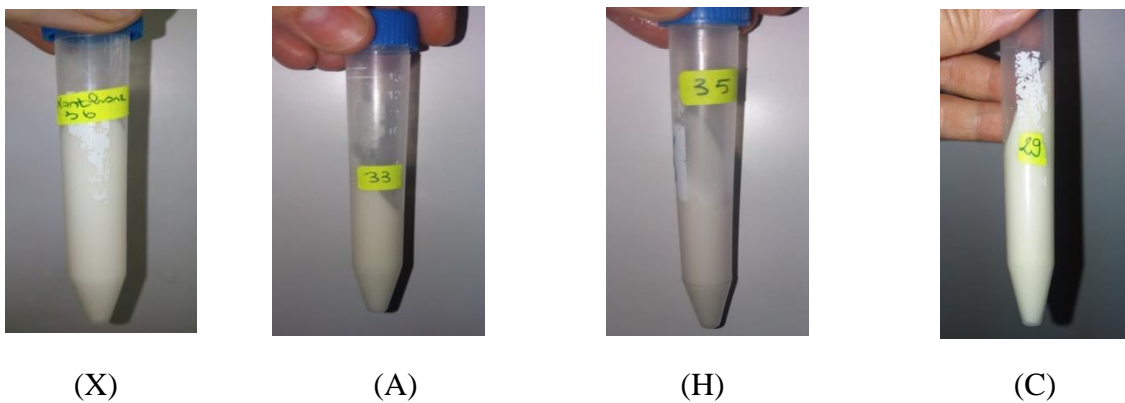
D'après les résultats de microscope on observe une bonne dispersion des particules de la phase aqueuse d'échantillon (C) dans la phase huileuse en donnant un aspect presque identique à la référence (R<sub>1</sub>) et absence des agrégats, contrairement à l'échantillon (A) ou on remarque la formation des agrégats de grande taille ceci se traduit par le phénomène de coalescence ce qui impose l'instabilité de la crème.

La dispersion des échantillons (H) et (X) est médiocre.

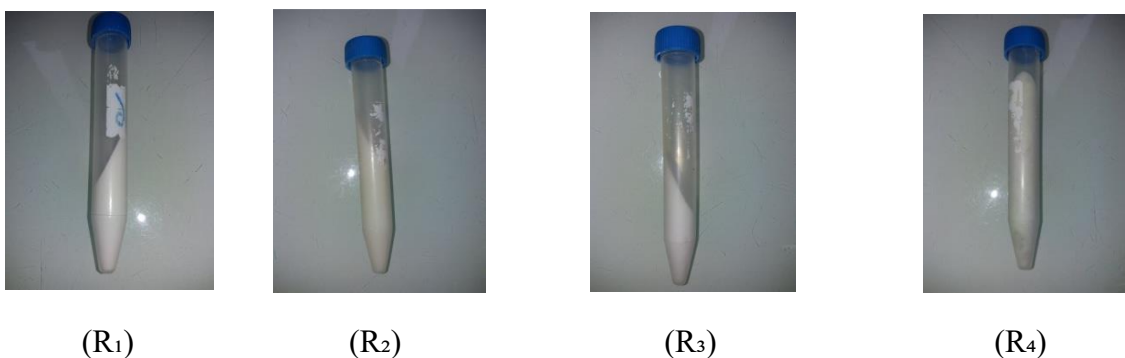
### III.5 Test de stabilité

#### III.5.1 Centrifugation à température ambiante

On a mis les crèmes dans la centrifugeuse pendant 5 mn avec une vitesse de 6000 (tr/min) et on a obtenus les résultats suivants :



**Figure III.11 : Stabilité des échantillons à température ambiante**



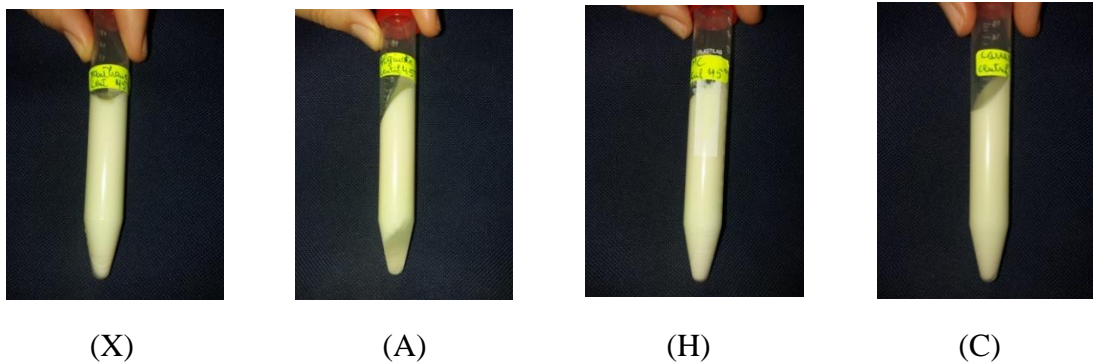
**Figure III.12 : Stabilité des références à température ambiante**

## Discussion

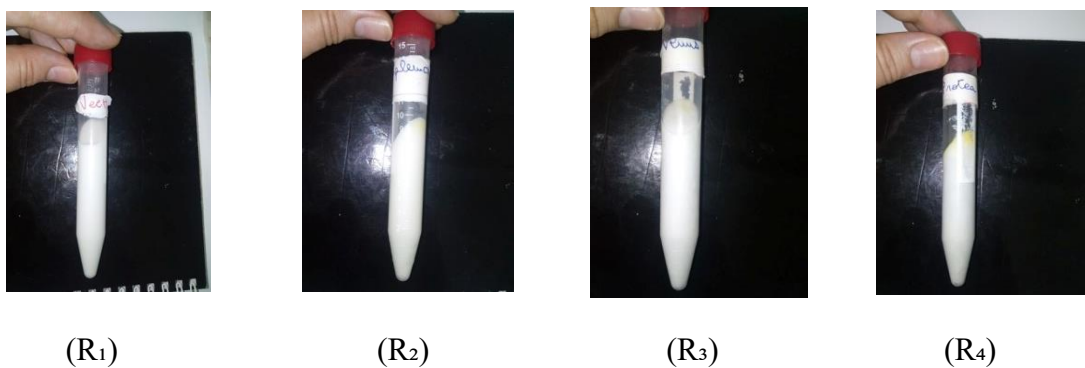
D'après le test de stabilité, on remarque que nos échantillons sont stables à température ambiante ainsi que les références.

### III.5.2 Centrifugation à 40°C

On a mis les crèmes dans une centrifugeuse pendant 25 min avec une vitesse de 4400 tr/min à une température de 40°C et on a obtenu les résultats suivants :



**Figure III.13 :** Stabilité des échantillons à 40°C



**Figure III.14 :** Stabilité des références à 40°C

## Discussion

D'après l'observation on constate que les crèmes (X) et (A) sont instables (séparation de phases) ainsi que les crèmes de références Protea et Venus contrairement aux échantillons (H), (C) et les références Veet et splendide

Plusieurs facteurs, comme la taille des gouttelettes, la qualité des tensioactifs adsorbés à l'interface E/H, ou encore la température ou la pression auxquelles l'émulsion est soumise, influent sur le temps de démixtion des deux phases.

Les principaux phénomènes de la rupture d'une émulsion sont :

- Flocculation : une agrégation des globules qui se touchent mais gardent leur individualité. Cette étape est réversible ; il suffit d'agiter le produit pour réobtenir l'émulsion.
- Coalescence : Lors de la coalescence, les globules fusionnent (par rupture de leur paroi) pour former des gouttelettes plus grosses. On parle d'« agglomération » des globules. Ceci entraîne la séparation totale des deux phases de manière irréversible.
- Crémage – Sédimentation : Lorsque le concentré d'émulsion surnage, c'est-à-dire que les globules flottent en surface, on parle de « crémage » (par analogie avec le lait). Lorsque le concentré d'émulsion reste au fond du récipient (les globules tombent), on parle alors de « sédimentation ».

### III.5.3 Etuve à 40°C pendant un mois



**Figure III.15 :** Références et échantillon dans l'étuve à 40°C pendant 1 mois

## Discussion

D'après le test de la stabilité à température de 40°C pendant un mois, on a remarqué qu'il y a un changement de couleur pour les échantillons (X) et (C), ainsi pour la référence « Protea » ; ce qui explique que ses crèmes sont instables.

### III.6. Test de viscosité

**Tableau III.13** : Viscosité des échantillons

Echantillon	C	X	H	A
$\eta$ (Pa.s)	50000	36000	46000	44000

**Tableau III.14** : Viscosité des références

Référence	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
$\eta$ (Pa.s)	50000	42000	36000	30000

## Discussion

D'après la comparaison entre les échantillons et les références on a observés que la crème (C) et la référence Veet sont les plus visqueux par rapport aux autres crèmes contrairement à la crème (X) qui possède la plus faible viscosité des échantillons.

### III.7. Test rhéologique

La rhéologie joue un rôle important dans les procédés de mise en œuvre des produits cosmétiques, à savoir notamment la rationalisation des opérations de mélange et de dispersion. Elle fournit une caractérisation fine de la structure des émulsions, permettant des corrélations et des interprétations moléculaires et un suivi au cours du vieillissement. De plus, par l'étude du seuil d'écoulement et des propriétés viscoélastiques d'une crème, tous s'accordent pour considérer que la rhéologie constitue potentiellement l'un des outils les plus prometteurs si on cherche à prévoir et traduire quantitativement les propriétés sensorielles de texture des produits cosmétiques lors de leur prélèvement ou de leur étalement.

#### III.7.1. Test d'écoulement

La courbe d'écoulement se traduit par l'évolution de la viscosité avec la vitesse de cisaillement différents comportements : newtonien, rhéofluidifiant, rhéoépaississant. Nous constatons d'après les courbes d'écoulement présentent la même allure qui est

celle d'un fluide rhéofluidifiant, pour lequel la viscosité diminue lorsque la vitesse de cisaillement augmente.

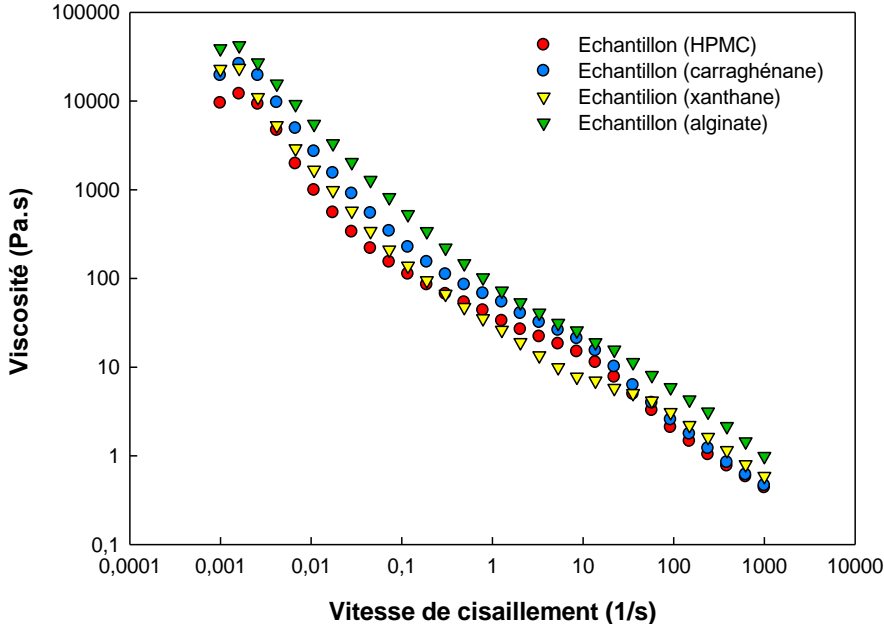


Figure III.16 : Courbes d'écoulement des échantillons

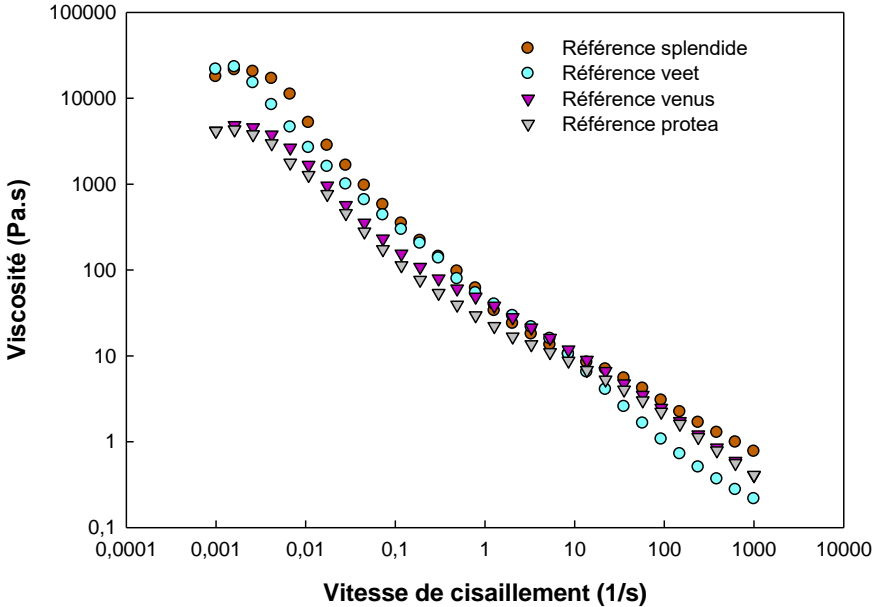
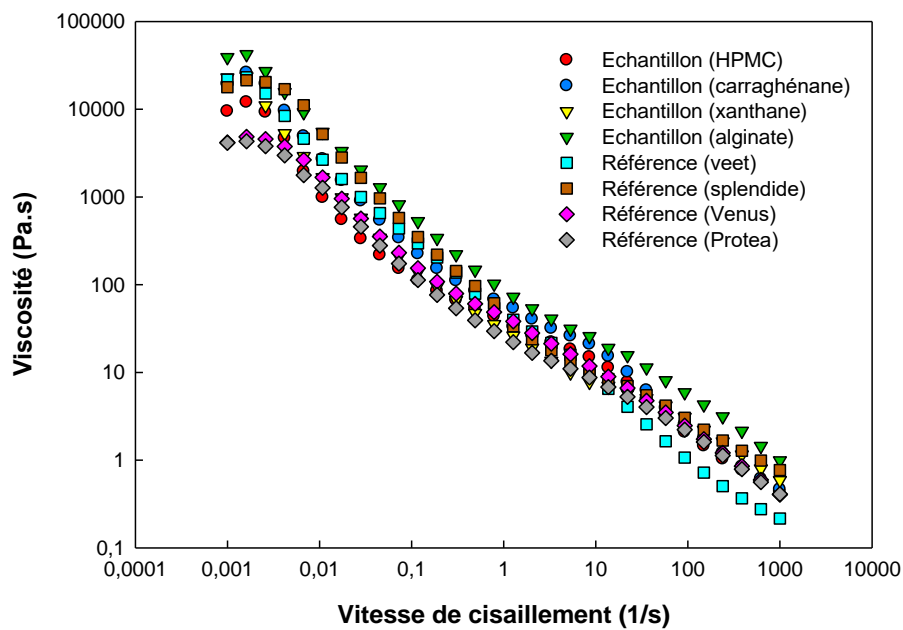


Figure III.17 : Courbes d'écoulement des références



**Figure III.18 :** Courbe d'écoulement des échantillons et des références

### Discussion

Les figures ci-dessus montrent comment varie la viscosité apparente de la crème dépilatoire en fonction de la vitesse de cisaillement. On peut remarquer la présence de deux zones :

- Aux très faibles cisaillements, la viscosité enregistre un plateau qui suggère un comportement liquide newtonien. La viscosité de ce palier est dite viscosité au taux de cisaillement nul (zero shear viscosity),
- Au-delà d'une certaine valeur de cisaillement critique, on remarque que la viscosité commence à chuter progressivement, ce qui correspond à au comportement d'un fluide rhéofluidifiant. Le paramètre caractéristique de cette zone est la vitesse de cisaillement critique, dénoté  $\gamma_c$ .

Nous avons remarqué aussi d'après la courbe d'écoulement (échantillons-références) que la viscosité des échantillons (C) et (H) est proche de celle de la viscosité des références.



### III.5.2. Test de stabilité

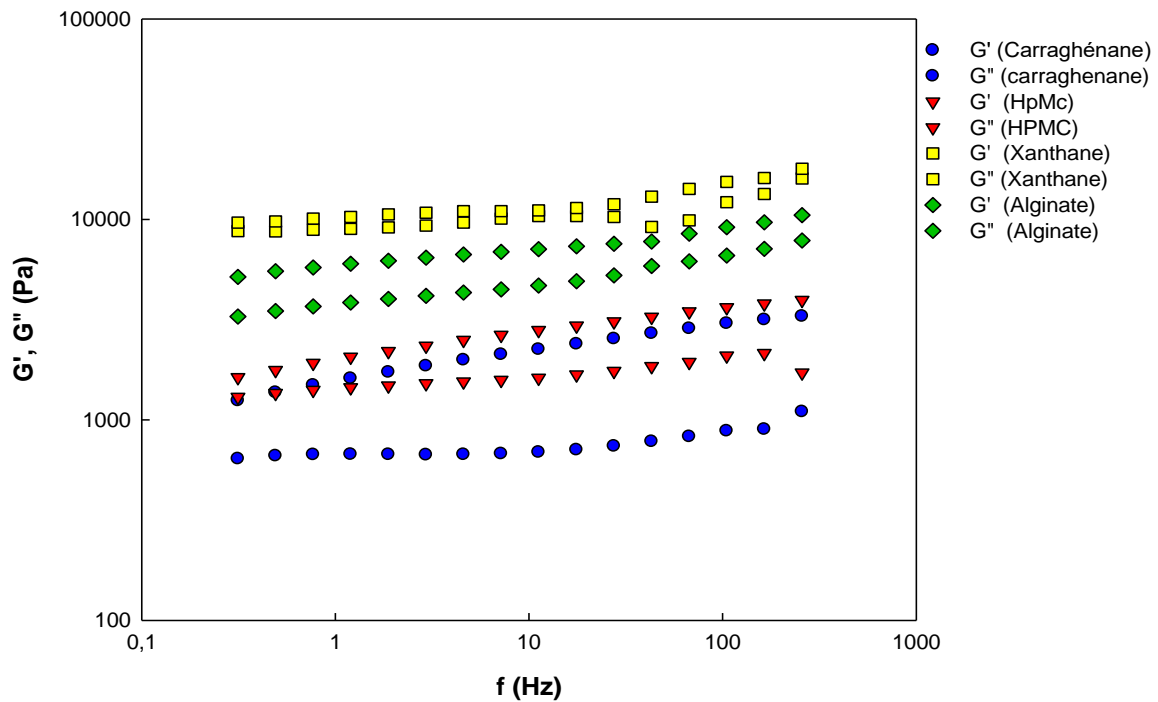


Figure III.19 : module de conservation ( $G'$ ) et module de perte ( $G''$ ) en fonction de la fréquence ( $f$ ) pour les échantillons

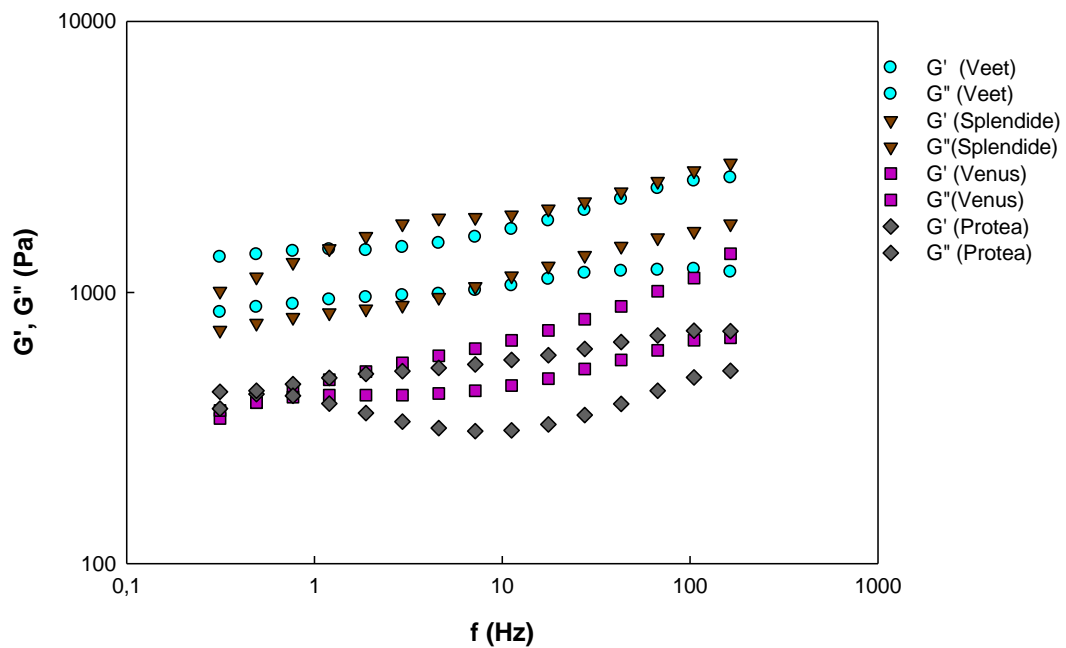
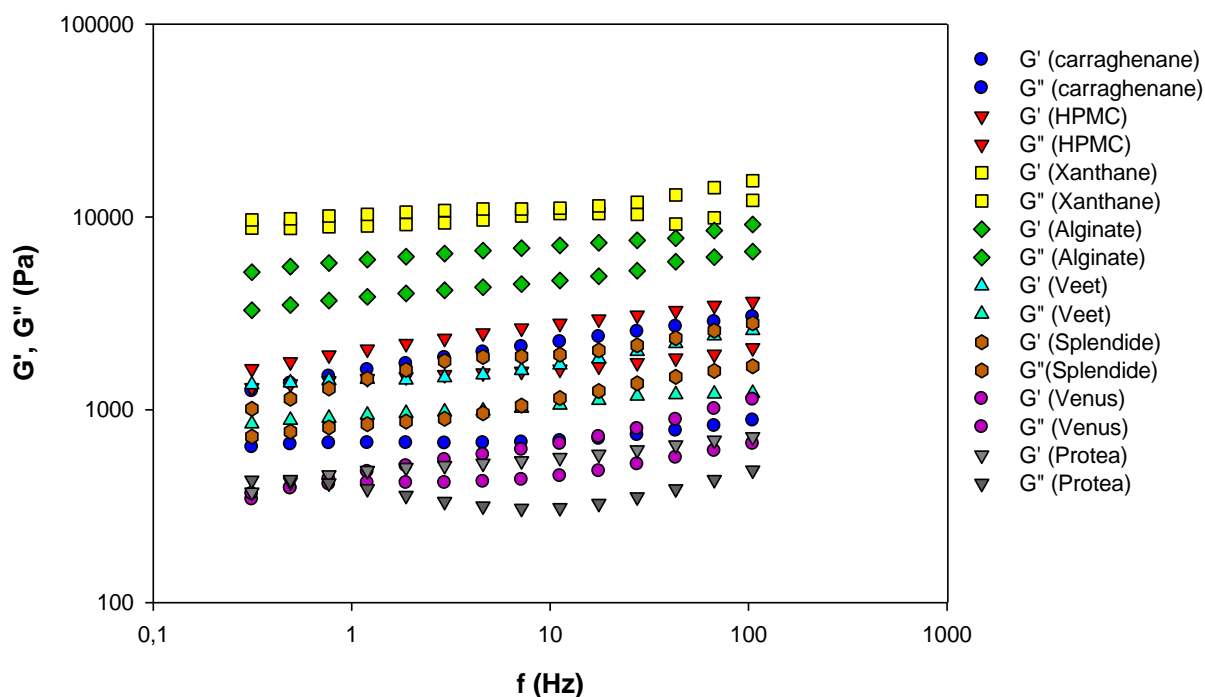


Figure III.20 : Module de conservation ( $G'$ ) et module de perte ( $G''$ ) en fonction de la fréquence ( $f$ ) pour références



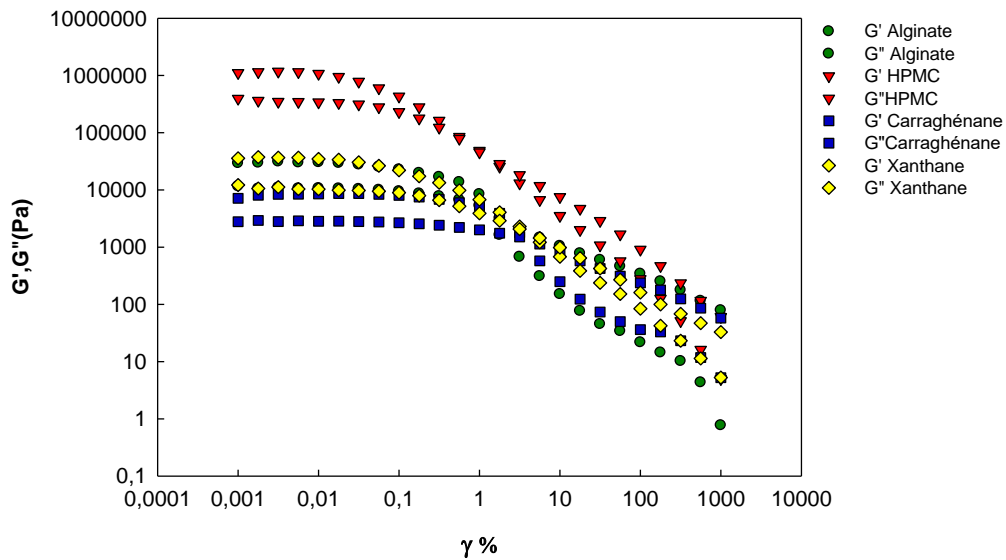
**Figure III.21:** Module de conservation ( $G'$ ) et module de perte ( $G''$ ) en fonction de la fréquence ( $f$ ) échantillons-références

## Discussion

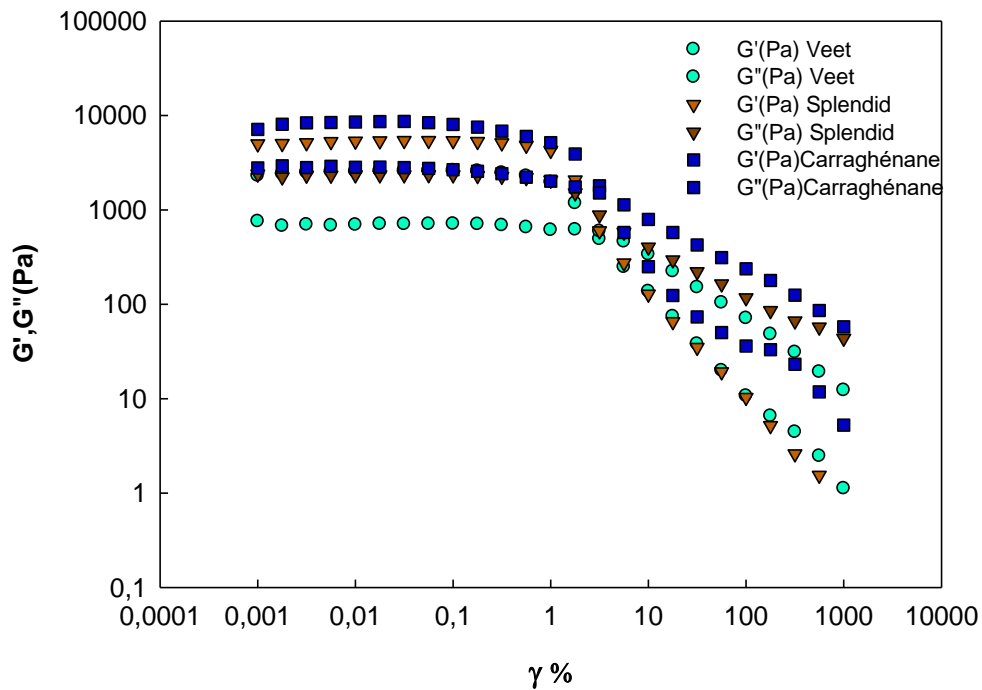
Afin d'appréhender la stabilité physique des crèmes dépilatoire à  $20^{\circ}\text{C}$ , nous proposons de réaliser des analyses en régime dynamique dans le domaine de viscoélasticité linéaire, associé à une déformation fixe de 1% et sous une rampe décroissante en fréquence de 100 à 0.01 Hz. Le but est d'évaluer le comportement asymptotique du module de conservation  $G'$  aux très faibles fréquences. Un résultat typique est représenté dans les figures (19-20-21) qui illustre la variation de ces deux caractéristiques en fonction de la fréquence. On remarque que le module de conservation est sensible à la fréquence lorsque celle-ci est importante. Toutefois, en-deçà d'une certaine fréquence  $\sim 0,5 \text{ Hz (s}^{-1}\text{)}$ , le module  $G'$  devient stable, ne dépendant plus de la fréquence. Dans ce domaine, la valeur de  $G'$  est supérieure à celle de  $G''$ , ceci indique de la nature élastique des échantillons mis au point. Mais aussi, l'extrapolation de ces deux plateaux aux très faibles fréquences, à l'inverse à des temps très grands, permet de déduire une préservation des propriétés viscoélastiques de l'échantillon. Aussi, peut-on conclure d'une stabilité potentielle des crèmes formulées, au vu de la conservation de leur rigidité dans le temps.

### III.5.3. Test de la viscoélasticité

Les crèmes cosmétiques présentent des propriétés viscoélastiques, à savoir qu'elles montrent un comportement intermédiaire entre un solide purement élastique et un liquide purement visqueux.



**Figure III.22:** Module de conservation ( $G'$ ) et module de perte ( $G''$ ) en fonction de la déformation ( $\gamma$ )



**Figure III.23:** Module de conservation ( $G'$ ) et module de perte ( $G''$ ) en fonction de la déformation ( $\gamma$ ) (références-échantillons)

## **Discussion :**

L'évolution des deux modules de conservation  $G'$  et de perte  $G''$  en fonction de la déformation est illustrée dans la figure (III.23). Aux faibles déformations, on remarque bien que les deux modules de référence « Veet », « Splendide » et de l'essai avec le carraghénane sont constants, ce qui correspond au domaine de la viscoélasticité linéaire, appelé, Linear Visco-Elastic Range, LVE range. Dans ce domaine, le comportement de la crème est viscoélastique et les déformations enregistrées sont récupérables. Si on refait la même expérience, on obtient les mêmes valeurs de  $G'$  et de  $G''$ . Lorsque la déformation dépasse une certaine valeur on remarque que  $G'$  diminue et intercepte  $G''$  au point de la crème. A ce stade le comportement s'inverse et devient celui d'un liquide plastique, auquel cas, les déformations ne sont plus réversibles, autrement dit : si on réalise l'expérience de nouveau on n'obtient pas les mêmes valeurs. Pour ce point de crème est associée une valeur de la contrainte seuil,  $\tau_0$ , en deçà de laquelle le comportement est élastique et au-delà de laquelle le comportement est plastique

## Conclusion

Une étude comparative entre les quatre bio-polymères (carraghénane, xanthane, hydroxypropylméthylcellulose et l'alginate de sodium) a été réalisée afin de montrer d'une part leur impact sur les propriétés organoleptiques et physico-chimiques d'une crème dépilatoire, et d'autre part contribuer à l'amélioration de la crème dépilatoire au niveau de la durée d'épilation et d'irritation pour qu'elle soit compétitive aux crèmes qui existe déjà sur le marché : « Veet », « Splendide », « Venus » et « Protea ».

Après plusieurs essais préliminaires, nous avons pu réussir à formuler quatre différentes crèmes avec des propriétés organoleptiques et physico-chimiques différentes dont chacune a donné des résultats différentes lors des analyses physico-chimiques.

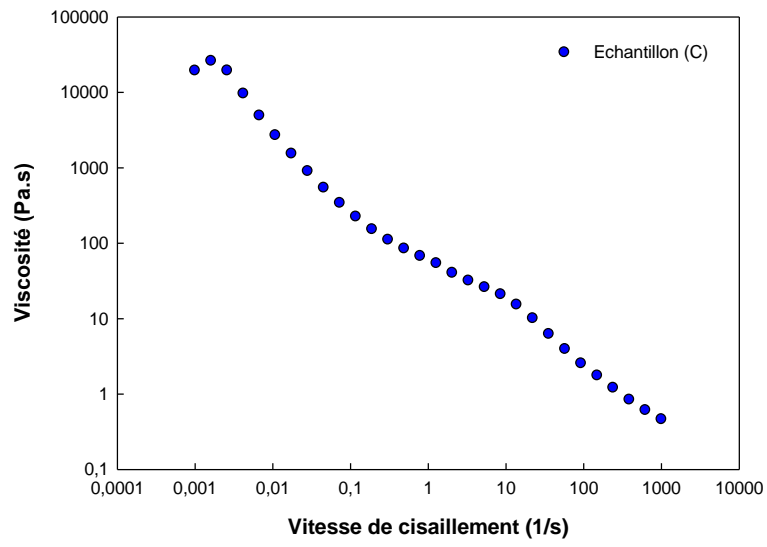
Ces résultats ont été comparés avec la référence « Veet » et ils ont montré que l'ajout des bio-polymères suivants : carraghenane et hydroxypropylméthylcellulose dans la formulation de la crème a influencé sur les propriétés organoleptiques, ainsi que les propriétés physico-chimiques tels que :

- ✓ La stabilité dans divers conditions opératoires (à température ambiante, à 40°C et dans l'étuve pendant 1 mois à 40°C), cependant la crème à base de carraghenane montrée une instabilité lorsqu'elle est exposée à une température élevée pendant une longue période.
- ✓ La bonne dispersion de la phase aqueuse dans la phase huileuse observée par le microscope.
- ✓ Le comportement rhéologique similaire à celle de référence « Veet ».
- ✓ Les résultats de pH, de densité et de la viscosité qui sont proches à celles de référence.

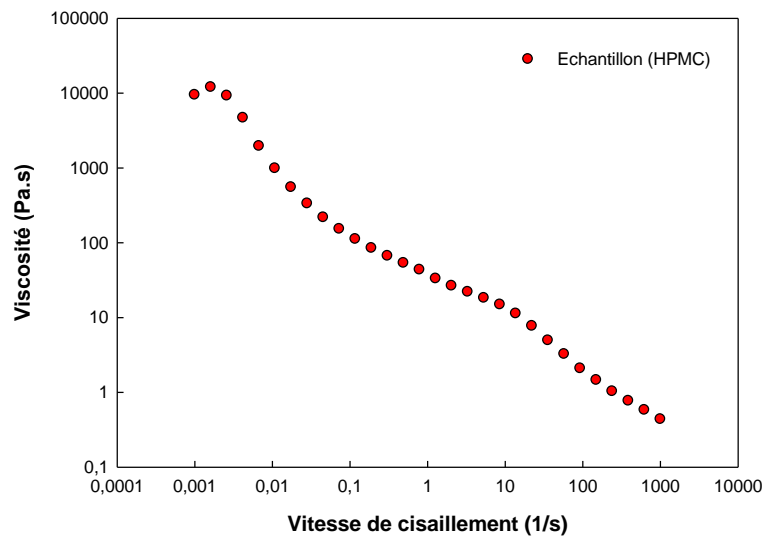
Contrairement aux résultats obtenus par les crèmes à base de xanthane et à base d'alginate de sodium, où on n'a pas remarqué une amélioration mais plutôt une dégradation des propriétés physico-chimiques.

Il sera intéressant de compléter ce travail par une formulation d'une crème sans bio-polymères et la comparer avec nos crèmes pour montrer mieux l'influence de ces bio-polymères ainsi de réaliser des analyses microbiologiques.

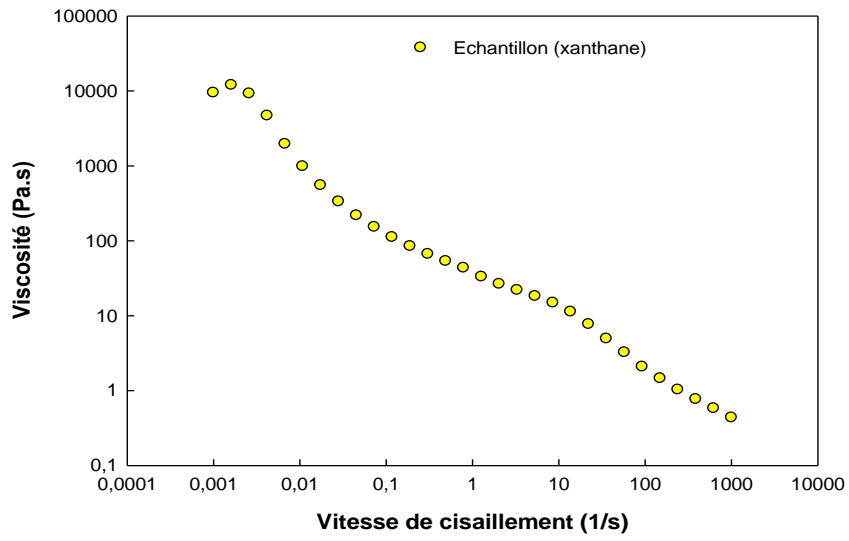
# **Annexes**



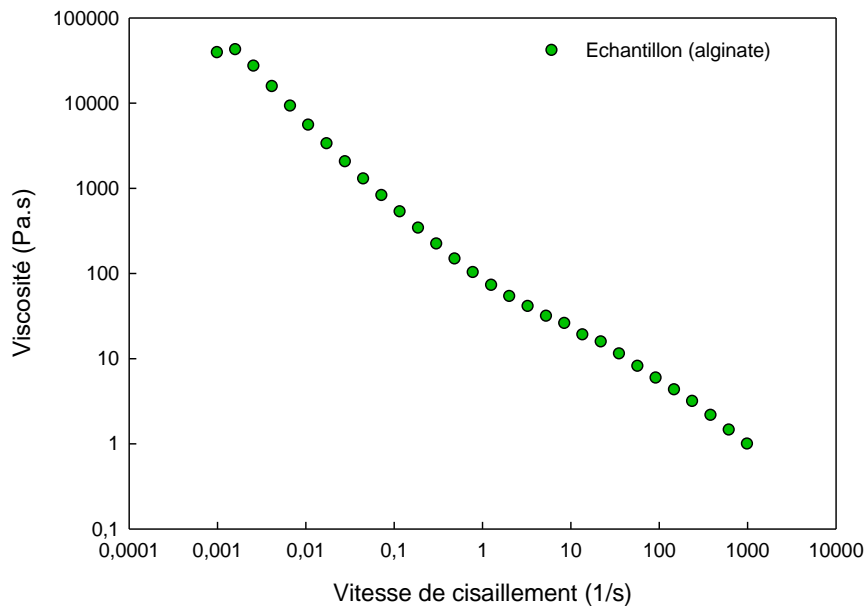
Courbe d'écoulement : (échantillon C)



Courbe d'écoulement : (échantillon H)

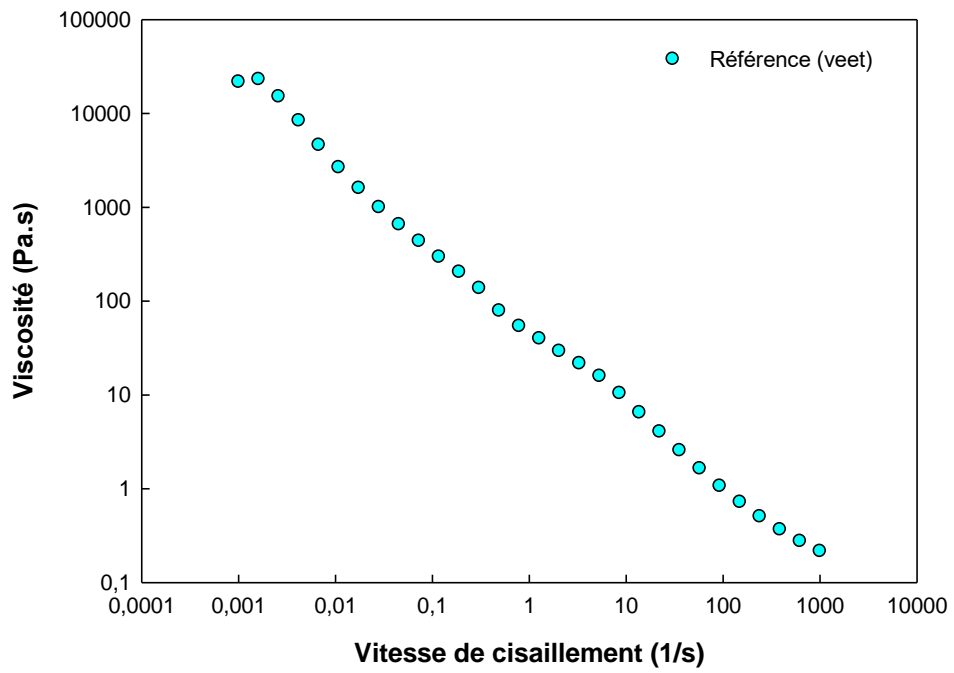


Courbe d'écoulement : (échantillon X)

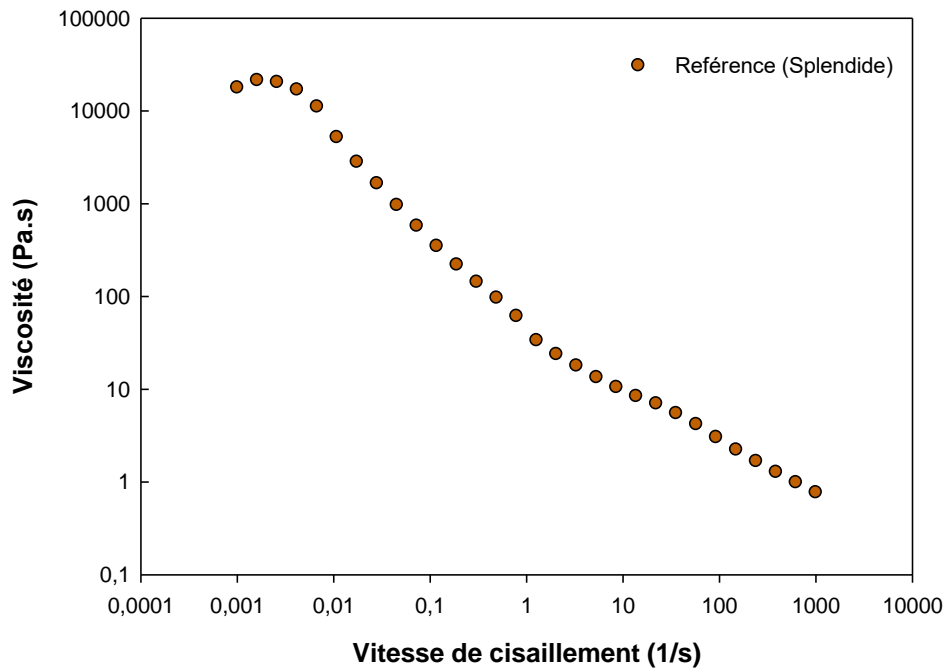


Courbe d'écoulement : (échantillon A)

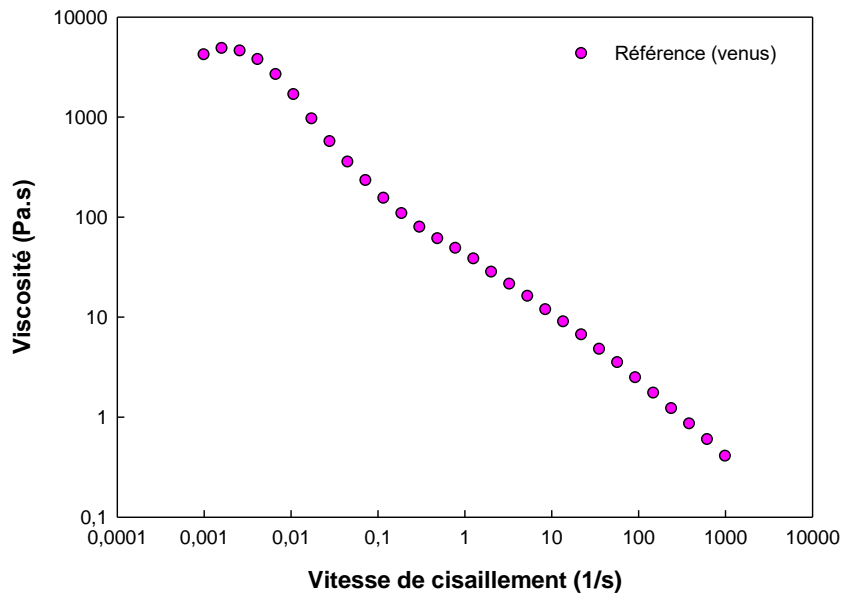




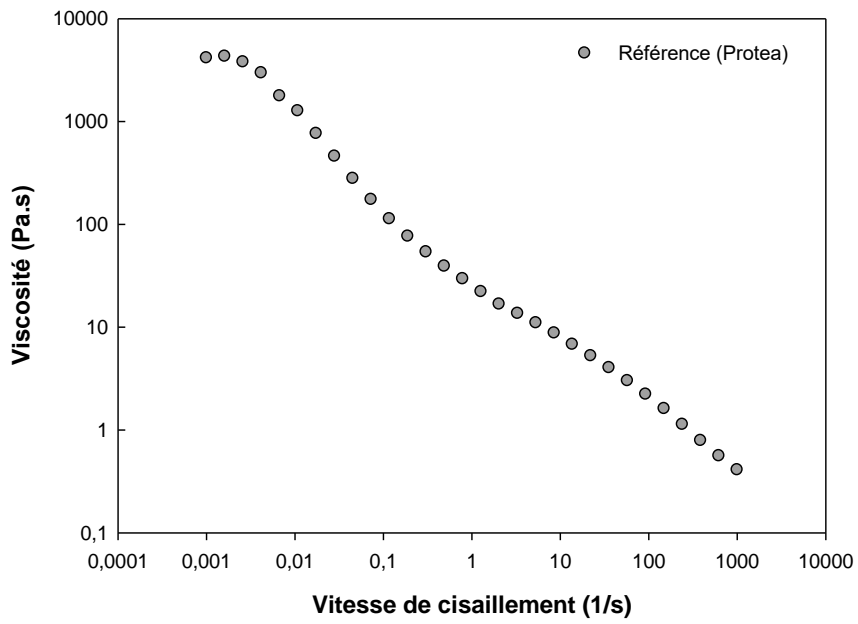
Courbe d'écoulement : (référence Veet)



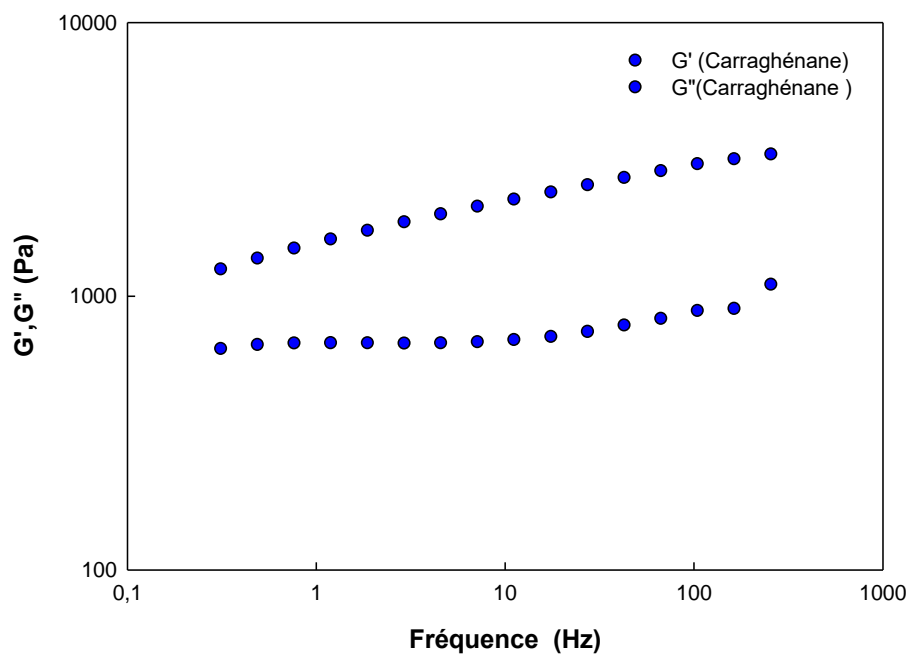
Courbe d'écoulement : (référenceSplendide)



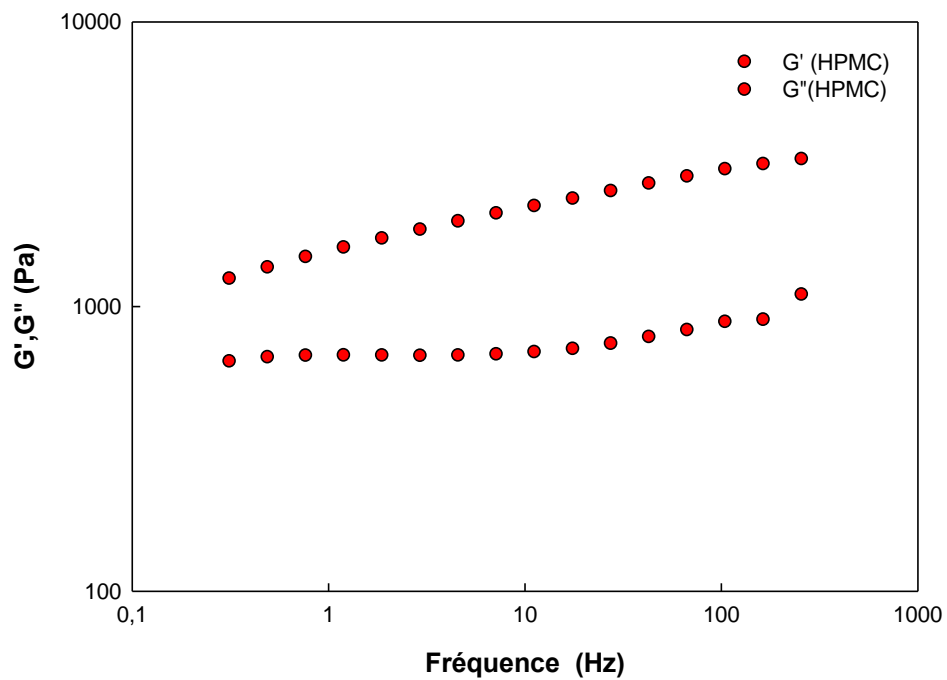
Courbe d'écoulement : (référence Veet)



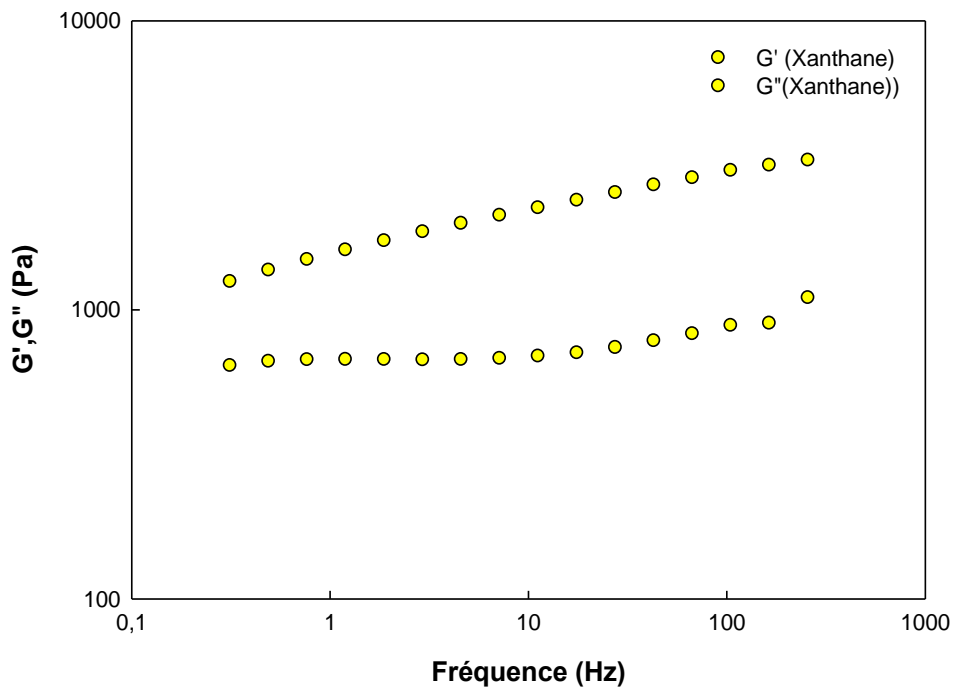
Courbe d'écoulement : (référenceProtea)



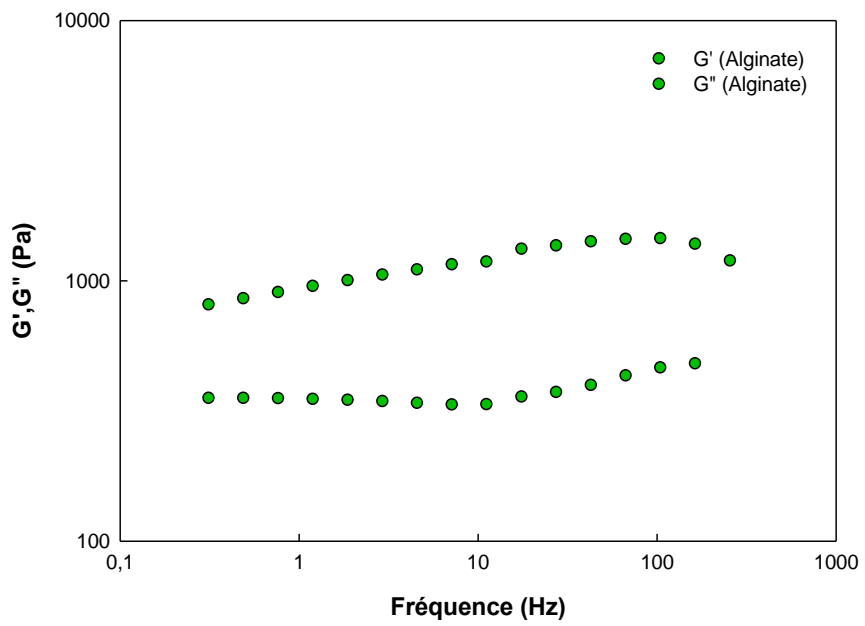
Courbe de stabilité : (échantillon C)



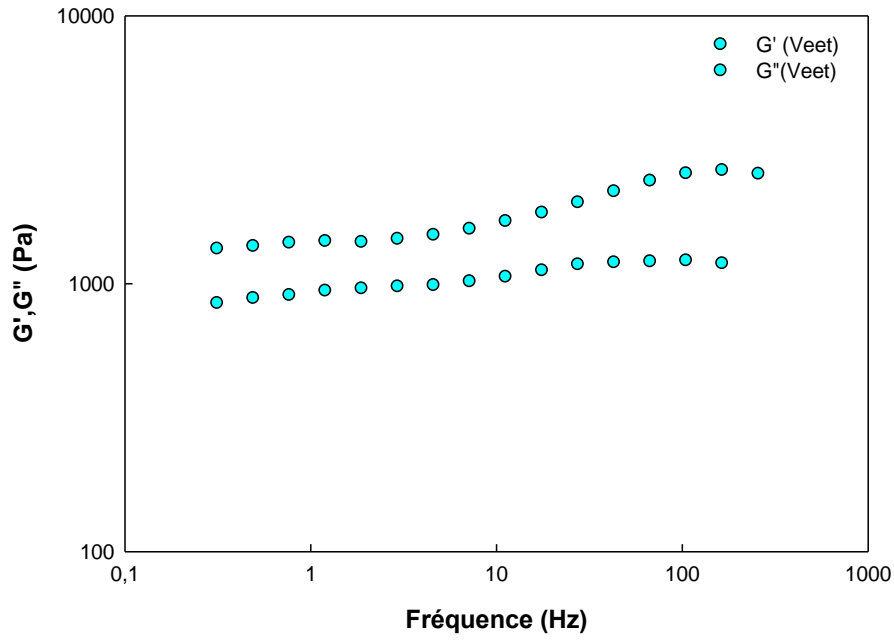
Courbe de stabilité : (échantillon H)



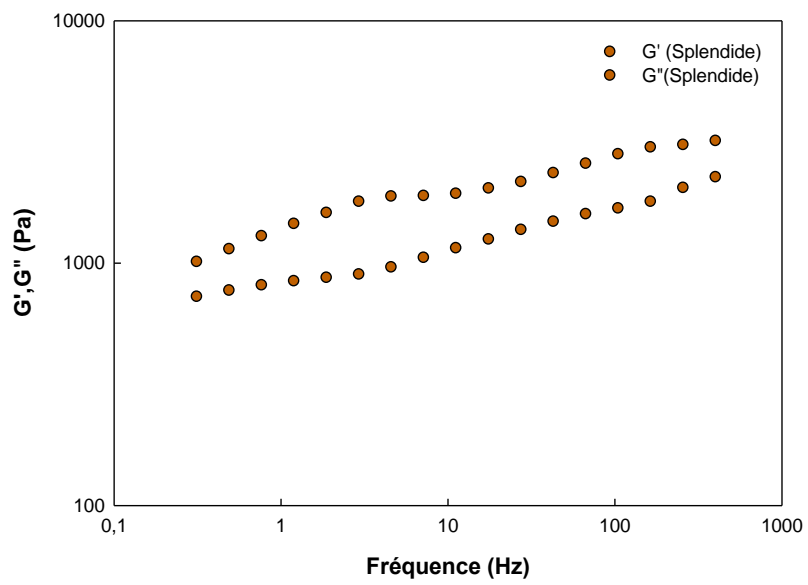
Courbe de stabilité : (échantillon X)



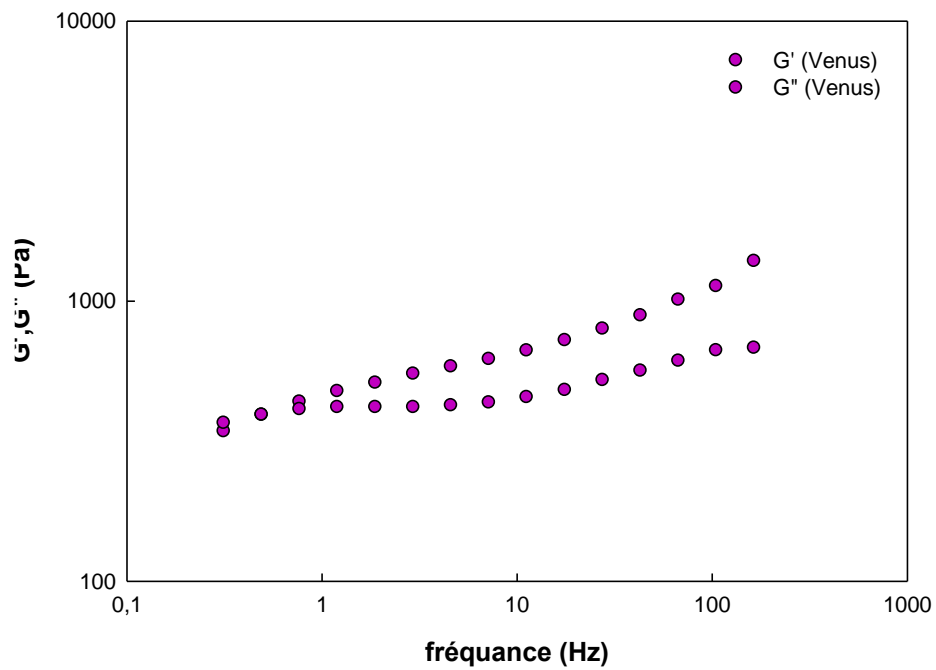
Courbe de stabilité : (échantillon A)



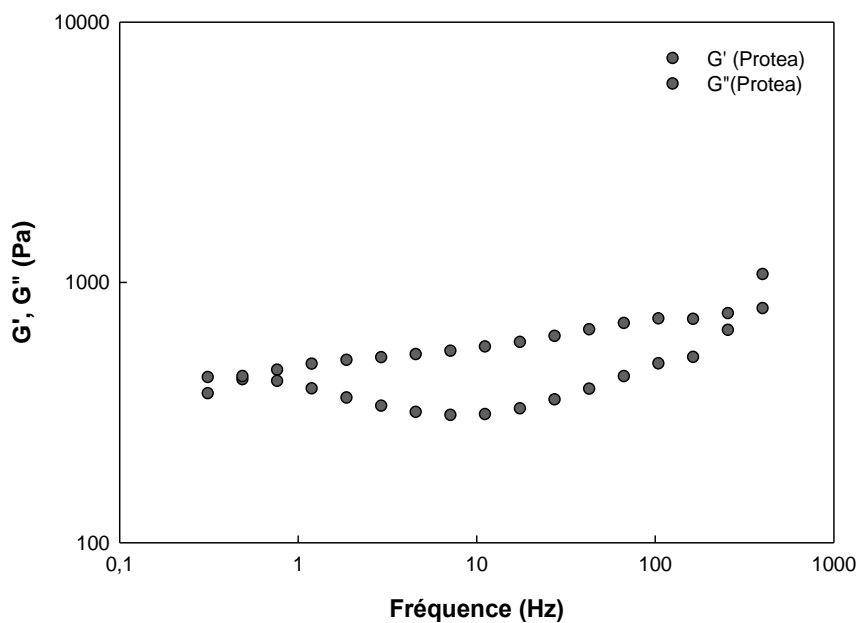
Courbe de stabilité : (référence Veet)



Courbe de stabilité : (référence Splendide)



Courbe de stabilité : (référence Venus)



Courbe de stabilité : (référence Protea)

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- [1] [http : www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agro-th2/cosmetiques-42634210/formulation-des-polymeres-naturels-en-cosmetique-j2192/](http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agro-th2/cosmetiques-42634210/formulation-des-polymeres-naturels-en-cosmetique-j2192/)
- [2] Casparus Johannes Reinhard Verbeek, « Products and Applications of Biopolymers », 2012, 9.
- [3] Rondeau-Mouro, C., Buléon, A., Lahaye, M., « Caractérisation par RMN des biopolymères d'origine végétale, de la molécule à l'organisation supramoléculaire », 2008, 370–371.
- [4] Mémoire de magister, B., Lahna , O., Imed Eddine, « Élaboration et caractérisations de films composites et nanocomposites à base d'amidon thermoplastique renforcé par la cellulose », Université M'HAMED BOUGARA – Boumerdes, 2017.
- [5-6 -8] Thèse de doctorat, Marie- Carole-Kouassi « Polysaccharides fonctionnalisés par des composés d'origine naturelle aux pro- propriétés antioxydants et antibactériennes ». Normandie Université, 2017.
- [7] Mémoire de magister, MEHELLOU Zineb « Caractérisation partielle et activités biologiques des polysaccharides hydrosolubles issus de deux plantes spontanées récoltées au Sahara septentrional Est algérien ». Université KasdiMerbah, Ouargla, 2016.
- [9] [https://www.sciencedirect.com/topics/food-science/polysaccharides.](https://www.sciencedirect.com/topics/food-science/polysaccharides)
- [10] Shelke, N.B, James, R, Laurencin, C.T.Kumbar, S. G. Polysaccharide Biomaterials for Drug Delivery and Regenerative Engineering. Polym, Adv. Technol. 2014, 448-460.
- Laurienzo.P. Marine Polysaccharides in Pharmaceutical Applications: An Overview. Mar. Drugs 2010, 2435-2465.
- Saha.D. Bhattacharya.S,Hydrocolloids as Thickening and Gelling Agents in Food,A Critical Review. J. Food Sci. Technol. 2010, 587–597.
- [11] Liu, J.Willför, S.Xu, C.A Review of Bioactive Plant Polysaccharides Biological Activities, Functionalization and Biomedical Applications, Bioact. Carbohydrates Diet.2015, 31-61.
- [12] D.Phadtare, G.Phadtare , Nilesh B, M.Asawat, « Hypromellose – a choice of polymer in extended release tablet formulation », WORLD JOURNAL OF PHARMACY AND PHARMACEUTICAL SCIENCES, 2014, 551-552.

- [13] D.Phadtare, G.Phadtare , Nilesh B, M.Asawat, « Hypromellose – a choice of polymer in extended release tablet formulation », WORLD JOURNAL OF PHARMACY AND PHARMACEUTICAL SCIENCES, 2014, 559.
- [14] MASSIMO DI ROSA « Biological properties of carrageenan » 1972, 89.
- [15] Vipul D. Prajapati Pankaj M. Maheriya Girish K. Jani Himanshu K. Solanki « Carrageenan: A natural seaweed polysaccharide and its applications » 2014, 98-99.
- [16] Thèse de doctorat, H.Abdelkader « Etude rhéologique et physico-chimique des systèmes a structure complexe à base de caséinate de sodium », Université Saad dahleb ,2009.
- [17] J. Necas, L. Bartosikova Faculty of Medicine and Dentistry, Palacky University Olomouc, Czech Republic Veterinarni Medicina, 58, 2013 (4): 187–205
- [18] Mémoire de magister, MEHELLOU Zineb « Caractérisation partielle et activités biologiques des polysaccharides hydrosolubles issus de deux plantes spontanées récoltées au Sahara septentrional Est algérien ». Université KasdiMerbah, Ouargla, 2016.
- [19] <http://www.blog-moleculaire.com/les-ingredients-et-techniques/lemulsion/le-xanthane/>
- [20] <https://noillfr2.netlify.com/complments-alimenta24/4836.html>
- [21] <https://www.joliessence.com/ingredients-cosmetiques/104-gomme-xanthane-20g-3760103751533.html>
- [22] Thèse de doctorat, Emilie VINCENT «Les alginates et leurs applications en pharmacie et en ingénierie : application à la construction d'un biomatériau ». Université Henry Poincaré-Nancy I, 2010.
- [23] Thèse de doctorat, Isabelle GOUJON «Alginate : excipient d'origine marine utilisés dans l'industrie pharmaceutique, application à la synthèse d'un gel chimique ». Université Henri Poincaré - Nancy I, 2004.
- [24] <https://memoireonline.com/10/13/7626/etude-des-polysaccharides-des-macro-algues-alginophytes-caracterisation-et-dosage-des-alginates.html>
- [25] <https://sciences.savoir.fr/les-polysaccharides-d-algues-les-alginates/>
- [26] Thèse de doctorat, Emilie VINCENT «Les alginates et leurs applications en pharmacie et en ingénierie : application à la construction d'un biomatériau ». Université Henry Poincaré-Nancy I, 2010.
- [27-29- Thèse de doctorat, Lionel FLESINSKI FLESINSKI «Etude de la stabilité des



- 30-32- émulsions et de la rhéologie interfaciale des systèmes pétrole brut/eau, influence  
33] des asphaltènes et des acides naphthéniques ». Université de Pau et des Pays de  
L'Adour, 2011.
- [28-31] Thèse de doctorat, Ratisbonne-ZAFIMAHOVA «formulation d'un adjuvant  
phytosanitaire sous forme d'émulsion et optimisation de la pulvérisation».  
Université de Technologie de Compiègne, 2013.
- [34] Schamper. Brevet 4121904DEPILATORY COMPOSITION FOR REMOVING  
HAIR FROM LIVE HUMAIN SKIN, 1978.
- [35] Reid et Al. Brevet US 9219229 B2, DEPILATORY CREAM COMPOSITION,  
2016.
- [36] Mansson et Al. Brevet US 9573001B2, DEPILATORY COMPOSITION, 2017.
- [37] Raymond C Rowe,Paul J Shesky and Marian E Quinn « Handbook of  
Pharmaceutical excipients » sixième édition, 2009, 283-285.
- [38] Raymond C Rowe,Paul J Shesky and Marian E Quinn « Handbook of  
Pharmaceutical excipients » sixième édition, 2009, 91.
- [39] Raymond C Rowe,Paul J Shesky and Marian E Quinn « Handbook of  
Pharmaceutical excipients » sixième édition, 2009, 579-580.
- [40] Raymond C Rowe,Paul J Shesky and Marian E Quinn « Handbook of  
Pharmaceutical excipients » sixième édition, 2009, 445-446.
- [41] Raymond C Rowe,Paul J Shesky and Marian E Quinn « Handbook of  
Pharmaceutical excipients » sixième édition, 2009, 122-124.
- [42] Raymond C Rowe,Paul J Shesky and Marian E Quinn « Handbook of  
Pharmaceutical excipients » sixième édition, 2009, 328-329.
- [43] Raymond C Rowe,Paul J Shesky and Marian E Quinn « Handbook of  
Pharmaceutical excipients » sixième édition, 2009, 622-623.
- [44] Raymond C Rowe,Paul J Shesky and Marian E Quinn « Handbook of  
Pharmaceutical excipients » sixième édition, 2009, 782-783.
- [45] Raymond C Rowe,Paul J Shesky and Marian E Quinn « Handbook of  
Pharmaceutical excipients » sixième édition, 2009, 150.
- [46] Raymond C Rowe,Paul J Shesky and Marian E Quinn « Handbook of  
Pharmaceutical excipients » sixième édition, 2009, 592-593.
- [47] <http://cosmetics.specialehem.com/inci/cetareth-20>
- [48] <http://dietons.com/crme-l-ure-html>

- [49] <http://kingsunchemical.com/sodium-gluconate/>
- [50] <http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/sodium-gluconate>
- [51] <http://www.zhonglanindustry.com/fr/product/calcium-thioglycolate/>
- [52] <http://www.aroma-zone.com/info/fiche-technique/emulsifiant-lecithine-de-soja-aroma-zone>.
- [53] <http://lavee-18.wixcite.com/moleculocuisine/la-lecithine-de-soja>.
- [54] <https://www.autourdunaturel.com/dans-nos-cosmetiques-tocopherol/>
- [55] <https://www.aroma-zone.com/info/fiche-technique/antioxydant-vitamine-e-aroma-zone>
- [56] <https://www.passeportsante.net/huiles-vegetales-g152/Fiche.aspx?doc=huile-amande-douce>
- [57] <http://huileamandedouce.com/>
- [58] Matilde Miñana-Pérez «Application pharmaceutique et cosmétique de surfactifs ». Laboratorio FIRP Escuela de INGENIERIA QUIMICA, UNIVERSIDAD de Los ANDES Mérida 5101 VENEZUELA, 1991.

