

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun-Tiaret

Faculté Science de la Nature et de la Vie

Département de Science de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Biologie moléculaire et cellulaire

Présenté par :

M^{elle} CHERIF Malika
M^{elle} DELLA Lyakout
M^{elle} MAHI Somia

Thème

Etude des propriétés moussantes du sérum bovine albumine

Soutenu publiquement le 25/06/2019

Jury:

Président :	M. KADI S	Maître de conférences A	U. Ibn khaldoun. Tiaret
Encadreur :	M. ACEM K	Maître de conférences A	U. Ibn khaldoun. Tiaret
Examinatrice :	Mme.MOKHTARI S	Maître assistante A	U. Ibn khaldoun. Tiaret

Année universitaire 2018 - 2019

Remerciements

Nous remercions Allah le miséricordieux le tout puissant de nous avoir donné la santé et le courage durant ces longues années d'étude et patience qui nous ont permis de mener à terme ce modeste travail ;

*Nous exprimons d'abord notre profonds remerciements à Monsieur **ACEM Kamel** pour avoir accepté de nous encadrer, et pour leur conseils éclairés et les encouragements qu'il ne nous à cessé de me prodiguer tout au long de ce travail.*

*Nous exprimons nos reconnaissances à Monsieur **KADI Samir** qui nous a fait l'honneur de présider le Jury.*

*Nos chaleureux remerciements vont également à **Mme. Mokhtari** d'avoir accepté d'être membre de jury.*

*Nous tenons à remercier notre responsable de spécialité **Dr.TAIBI Khaled.***

Nos sentiments de reconnaissances et nos remerciements vont également les personnes du laboratoire de technologie alimentaire et physiologie végétale de la faculté de la science de la nature et de la vie Tiaret qui ont contribué à créer une ambiance de travail agréable tout en prenant du temps pour apporter leur aide quand elle était nécessaire.

Sans oublier l'ensemble des enseignants ayant contribué à notre formation durant notre cycle d'étude.

Enfin nos remerciements sont dressés plus particulièrement à nos familles et nos amis (es) qui ont su nous soutenir, nous encourager, nous aider et nous supporter tout au long des années.

Dédicaces

En témoignage de ma gratitude et mon amour

Je dédie ce travail ;

À la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie ma mère qui m'a apporté son appui durant toutes mes années d'études, pour son sacrifice et soutien qui m'ont donné confiance, courage et sécurité.

À mon père qui m'a appris le sens de la persévérance tout au long de mes études, pour son sacrifice, ses conseils et ses encouragements et aussi deuxième ma chère mère.

À la mémoire de ma grande mère

À mon père.

À mes très chères sœurs et surtout ma petite sœur<<Nour>>et mes frères et toutes ma grande famille.

À mes ami(e)s: Amel, Djihad, Malika, Soumia ,Mouna, Houda, Wafae , Kheira, Khadidja , Hanane.

À toute la promotion de biologie moléculaire et cellulaire 2019

À tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer....

Lyakout

Dédicaces

*A l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de
ma vie,*

J'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

*Aux deux personnes les plu importantes au monde ma
très chère mère et mon très chère père pour leur soutien
infiabile tout au long de ces année avec tout ma
reconnaissance et mon amour*

A mon marie Bouziane le bonheur de ma vie.

A mes frère et sœurs.

*A tout la famille Cherif et la famille Swafi et la famille
Ammari.*

*A tout mes amie : Sanaa, Khadidja, Lyakout, Hanane,
Kheira, Soumia, Nour, Mouna, Houda, Wafae.*

A tous ceux qui me sont chers.

Malika

Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail
A ceux qui m'ont donné beaucoup de chose que Dieu
vous protégé.*

*A mes très chers parents : Pour m'avoir toujours
entourée d'affection, soutenue,
rassurée et aidée, merci pour tant de patience et de
force.*

A mes amies proches : Bakhta , Imane, Hayat, Amina

*Et mes chères amies : Ibtissem, Chahra, Naziha, Dawya,
Razika*

*A mes amies que j'ai vécu avec elles des beaux
Moments au cours de mon cursus à l'université :*

Soumia, Faiza, Wafae, oum jilali, Malika

Ainsi que pour mon binôme (Malika et Lyakout)

A ma famille : Pour aides, soutiens et encouragements.

Et tout la famille Mahi

*A tout la promotion de Master 2 Biologie Moléculaire et
Cellulaire*

*Sans oublier mes collègues de la bibliothèque et tous les
enseignants qui m'ont formé du primaire à l'université.*

A toute personne que j'aime.

Soumia

Sommaire

Sommaire

Remerciements	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des annexes	
Introduction	

Partie bibliographique

Chapitre I : Le sérum albumine bovine

1. Définition.....	02
2. Structure	02
2.1. Structure primaire.....	02
2.2. Structure secondaire.....	04
2.3. Structure tertiaire.....	04
3. Composition.....	05
4. Propriétés.....	07
5. Utilisation.....	07

Chapitre II : La mousse

1. Définition.....	08
2. Propriétés moussantes	08
2.1. Dimension des bulles	08
2.2. Densité de la mousse	08
2.3. Volume	08
2.4. Ecoulement	08
3. Constitution de la mousse.....	08
4. Classification de la mousse	10
5. Stabilité et instabilité de la mousse	10
5.1. Stabilité de la mousse.....	10
5.2. Instabilité de la mousse.....	10
6. Structure de la mousse.....	11

Partie expérimentale

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Objectifs du travail.....	12
2. Lieu du travail.....	12
3. Matériel et méthodes	12
3.1. Matériel.....	12
3.1.1. Sérum albumine bovine (SAB).....	12
3.1.2. Tensioactif.....	12

3.1.3. Appareillages, verreries et réactifs chimiques	12
3.1.4. Formation des mousses	13
3.2. Méthodes d'analyses	14
3.2.1. Protocole expérimental.....	14
3.2.2. Analyse physique.....	15
3.2.2.1. Densité.....	15
3.2.2.2. pH.....	15
3.2.3. Etude des mousses	15
3.2.3.1. Capacité moussante.....	15
3.2.3.2. Diamètre des bulles d'air	15

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Système individuel	17
1.1. Capacité moussante	17
1.2. Diamètre des bulles d'air	17
2. Système mixte	21
1.2. Capacité moussante.....	21
2.2. Diamètre des bulles d'air.....	21
3. Aspect microscopique.....	23

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

- pI** : Point Isoélectrique.
SAB : Sérum Albumine Bovine.
T80 : Tween 80.
MM : Masse moléculaire.
ATP : Adénosine triphosphate.
UV : Ultra violet.
IgE : Immunoglobuline classe E.
CM : Capacité moussante.

Liste des tableaux

Tableau I : Composition Atomique du Sérum albumine bovine.....	05
Tableau II: Composition en acides aminés du Sérum albumine bovine.....	06
Tableau III : Matériel du laboratoire utilisé.....	12
Tableau IV : Composition des mousses.....	13
Tableau V : Aspects microscopiques des bulles d'air pour les deux systèmes.....	23

Liste des figures

Figure 1 : Structure primaire partiellement élucidée du sérum albumine bovine.....	03
Figure 2 : Structure secondaire du sérum albumine bovine.....	05
Figure 3 : Structure tertiaire du sérum albumine bovine.....	09
Figure 4: Représentation schématique des mécanismes intervenant lors de la formation et de la stabilisation d'une mousse par des protéines sériques	14
Figure 5 : Cinétique de la capacité moussante du sérum albumine bovine (a) et du Tween 80 (b).....	18
Figure 6 : Cinétique du diamètre des bulles d'air du sérum albumine bovine (c) et du Tween 80 (d).....	20
Figure 7 : Cinétique de la capacité moussante de l'interaction du sérum albumine bovine et du Tween 80.....	22
Figure 8 : Cinétique du diamètre des bulles d'air de l'interaction du sérum albumine bovine et du Tween 80.....	22

Introduction

Introduction

Le lait est un système biologique complexe constitué principalement de protéines, de sels minéraux, de lactose, de matière grasse et d'eau, son aspect blanc opaque est dû à la lumière dispersée par deux types de particules en suspension dans le sérum : les globules gras et les micelles de caséine, la majeure partie des protéines du lait, ou caséines, forme des particules colloïdales, les micelles, le reste est solubilisé dans le sérum (**Walstra et Jenness, 1984**).

Le lait est une suspension colloïdale qui contient en moyenne 3,2% de protéines, les protéines du lait se divisent en deux fractions que l'on peut séparer en fonction de leur solubilité, on identifie les caséines comme les protéines du lait qui précipitent lors d'une acidification à pH 4,6 à une température de 20°C sous une forme dénaturé, ou sont facilement isolables par ultracentrifugation sous leur forme native, elles forment environ 80% des protéines totales du lait, cette classe de protéines en regroupe quatre principales : α_1 (38%), α_2 (10%), β (35%), et κ (15%), la seconde fraction non sédimentable (ou filtrable) est composée des protéines solubles à pH 4,6, que l'on nomme les protéines sériques ou du lactosérum qui contiennent principalement de la β -lactoglobuline (50%), l' α -lactalbumine (20%), les immunoglobulines (10%), l'albumine de sérum bovin (10%) et la lactoferrine (2,8%) (**Guillaume, 2006 ; Bertrand, 2008**).

Le sérum albumine bovine (SAB), est l'une des protéines extraites du sérum de bovin largement utilisée en laboratoire de biologie, sa grande utilisation est due à sa stabilité, à son absence d'effets dans de nombreuses réactions biochimiques et à son faible coût (**Lam et Nickerson, 2013**).

Le sérum albumine bovine, tout comme la β -lactoglobuline, a la capacité de fixer des acides gras qui la protégeraient des dénaturations thermiques mais a aussi la capacité de transporter des hormones, des métabolites physiologiques ou encore des médicaments (**Cayot et Lorient, 1998**).

L'étude du pouvoir moussant d'une solution est basée sur l'estimation de deux principaux paramètres qui sont la capacité moussante et la stabilité de la mousse, pour cela il est nécessaire de mousser cette solution afin de créer une interface gaz-liquide (**Valles et Furet, 1977**).

Bourriot (2002), définit la mousse comme une dispersion air-liquide constituée par un ensemble des bulles de gaz séparées par des lames minces de liquide et formées par la juxtaposition des bulles qui donne un gaz dispersé dans un liquide.

Dans cette optique, notre étude s'est axée sur l'évaluation des propriétés moussantes du sérum albumine bovine comparées à celles notées dans les molécules standards.

Partie bibliographique

Chapitre I

Le sérum albumine bovine

1. Définition

Généralement appelée «Sérum Albumine Bovine (SAB) », elle représente 7% des protéines du sérum, contrairement à la β -lactoglobuline et l' α -lactalbumine directement synthétisées dans les glandes mammaires, cette protéine fait partie de celles provenant du sang (Wal, 1998).

Le sérum albumine bovine (SAB) est une protéine soluble, présentant approximativement 60% des protéines totales du plasma sanguin (Carter et Ho, 1994).

C'est une protéine globulaire possédant un poids moléculaire important caractérisée par une proportion relativement élevée en acides aminés chargés ,ce qui lui donne la capacité à transporter certaines substances et molécules bioactives (Cushman et Rizack, 1970).

2. Structure

2.1. Structure primaire

Le sérum albumine bovine présent dans le lait (0,1à 0, 4g/l) n'est pas synthétisé par la glande mammaire et est identique à l'albumine de sérum sanguin de vache, constituée de 582 résidus d'acide aminé (masse moléculaire, MM = 69000 kDa), cette protéine structurée grâce à 17 ponts disulfure intramoléculaires, seul le résidus de cystéine 34 possède un groupe sulfhydryle (Cayot et Lorient, 1998).

Les pont disulfure permettent des repliements très serrés de la chaîne peptidique en des points précis mais ne conduisent pas à relier des résidus de cystéine très éloignés sur les séquences de résidus des acides aminés (Cayot et Lorient ,1998).

La figure 1 montre la structure primaire du sérum albumine bovine.

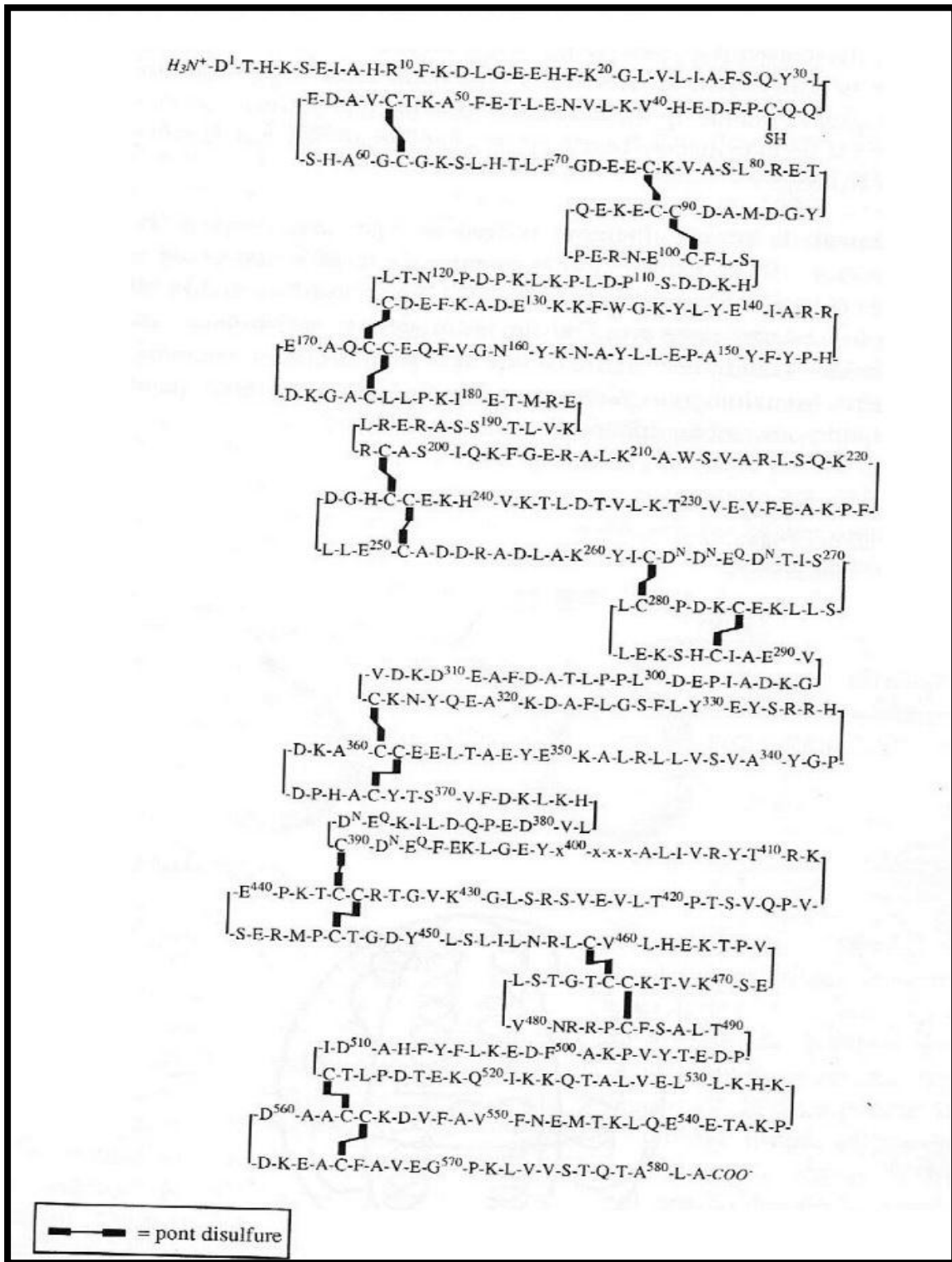


Figure 1 : Structure primaire partiellement élucidée du sérum albumine bovine (Brown, 1977).

2.2. Structure secondaire

La structure secondaire du sérum albumine bovine est formée par environ 70 % d'hélices- α , à pH neutre, elle possède 17 ponts disulfure qui lui confère une stabilité remarquable, cette propriété en fait une molécule très résistante à la dénaturation, même dans les conditions les plus sévères. (**Carter, 1994**).

2.3. Structure tertiaire

La structure tertiaire du SAB n'est toujours pas connue et, en raison de sa similitude avec l'albumine de sérum humain (HAS en anglais) (le pourcentage d'homologie de séquences entre le SAB et le SAH est de 76%, un acide aminé hydrophobe étant remplacé par un autre acide aminé hydrophobe, un acide aminé hydrophile étant remplacé par un autre acide aminé hydrophile de même charge), les chercheurs supposent que les deux protéines possèdent une structure tridimensionnelle très proche (**Huang et al., 2004**).

Le sérum albumine humain a été cristallisé dans l'espace, en 1989, la structure tridimensionnelle du sérum albumine humain a été déterminée pour la première fois par analyse cristallographique aux rayons X, d'abord à faible résolution, ensuite sa structure a été définie avec une résolution de 2,5 Å par (**Sugio et al., 1999**).

La connaissance précise de la structure est absolument nécessaire pour tenter de comprendre toutes ses propriétés fonctionnelles et pour identifier les sites de liaison de divers ligands. Ce travail a été accompli par (**Curry et al., 2006**).

La figure 2 révèle la structure tertiaire du sérum albumine bovine.

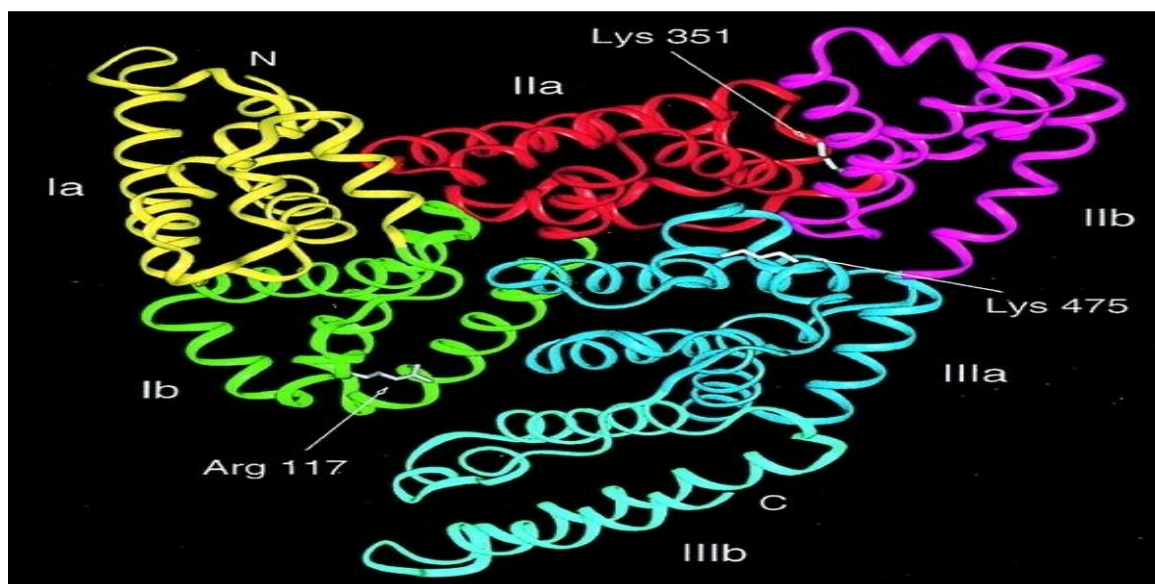


Figure 2: Modèle de la SAH, chaque domaine est d'une couleur différente, le N- et le C terminaux sont désignés par les lettres N et C, les résidus Arg117, Lys351 et Lys475, sites de liaison pour les acides gras à longues chaînes, sont en blanc (Sugio et al., 1999).

3 .Composition

La composition atomique du SAB est représentée dans le tableau 1, sa constitution en acides aminés a été publiée pour la première fois par **Brown en 1975** ; qui a trouvé que le SAB possède 582 acides aminés et en **1990 ; Hiyarama et al.**, ont trouvé que cette dernière possède 607 acides aminés (tableau 1).

À partir de l'assemblage d'acides aminés, il est possible de déduire la composition élémentaire de la protéine, c'est-à-dire le nombre d'atomes de carbone, d'azote, d'oxygène et de soufre que l'on peut trouver dans chaque molécule du SAB (tableau 2).

Tableau I: Composition atomique du sérum albumine bovine.

Nombre d'atome	C	N	O	S
Brown et al., (1975)	2926	779	879	39
Hiyarama et al.,(1990)	3030	841	974	40

Tableau II: Composition en acides aminés du sérum albumine bovine (Brown *et al.*, 1975 ; Hiyarama *et al.*,1990).

Acide aminé	Nombre des résidus selon Brown (1975)	Nombre des résidus selon Hiyarama (1990)
Acides aspartique	41	41
Arginine	23	26
Asparagine	13	14
Acide glutamique	59	58
Glutamine	20	21
Histidine	17	16
Lysine	59	58
Sérine	28	32
Thréonine	34	34
Alanine	46	48
Isoleucine	14	15
Méthionine	04	05
Phénylalanine	27	30
Tryptophane	02	03
Tyrosine	19	36
Valine	36	38
Cystéine	35	35
Glycine	16	17
Proline	28	28
Total	582	604

4. Propriétés

L'albumine est la protéine la plus abondante dans le sérum bovin, elle a de nombreux rôles :

- De transport de nombreux ions et molécules hydrophobes (notamment Cu^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , acides gras, métabolites, médicaments) via trois types d'interactions selon la charge et taille de la nanoparticule (**Chatterjee et Mukherjee, 2014**).

- De maintien du pH sanguin ;
- De régulation de la pression osmotique ;
- De protéine chaperonne à l'activité ATP-dépendante, en prévenant la formation d'agrégats protéiques et d'anomalies de repliement protéique sous l'action de la température, des rayons UV, du stress oxydatif notamment (**Marini et al., 2005**), elle permet également de prévenir la formation des complexes amyloïdes en se fixant au peptide amyloïde β .

Le sérum albumine bovine a une forte solubilité et faible viscosité dans l'eau ceci dû a son caractère acide et à sa charge totale élevée ; qui est d'environ 185 ions par molécules à pH 7, elle forme des complexes insolubles avec les polyphénols essentiellement avec les tanins et les flavonoïdes (**Freitas et al., 2003**).

De part son poids moléculaire et son hydrophobicité élevé elle est capable de se lier à plusieurs molécules de polyphénols par rapport à α -lactalbumin et le lysozyme (**Prigent, 2005**).

5. Utilisation

Le sérum albumine bovine (SAB) est un antigène non négligeable, mis en évidence par les tests cutanés chez les enfants allergiques au lait. Sa séquence amino-acide est connue, ainsi que la structure tridimensionnelle (**Wahn et al., 1981**), ont démontré l'existence de 4 sites antigéniques contre lesquels existent des IgE spécifiques.

L'albumine de sérum bovin (SAB) est utilisée pour la stabilisation des enzymes pendant le stockage et pour les réactions enzymatiques lorsque l'absence de nucléases est essentielle, le SAB augmente les rendements de PCR à partir de matrices de faible pureté, il empêche également l'adhésion des enzymes aux tubes de réaction et aux surfaces des pointes (**Thermo Fisher Scientific, 2017**).

L'albumine de sérum bovin pourrait être utilisée comme antigène pour la vaccination, en tant que composants dans des tests de diagnostic ou anti-adhésion médicaments thérapeutiques (**Paschinger et al., 2005, Sharon, 2006**).

Chapitre II

La mousse

1. Définition

Une mousse est une dispersion homogène des bulles de gaz dans une phase continue aqueuse et grasse (Schorsch ,2007), l'aération des produits alimentaires, génère des propriétés sensorielles particulières, en matière de texture et de légèreté du produit.

Les protéines stabilisent les mousses de la même manière que les émulsions (Farooq et Boye, 2011).

2. Propriétés moussantes

Les propriétés moussantes sont en général mesurées par l'augmentation du volume initial suite à l'incorporation de l'air (capacité ou pouvoir moussant), puis par l'effondrement de la mousse au cours du temps (stabilité moussante) (Farooq et Boye 2011 ; Kiosseoglou et Paraskevopoulou 2011).

D'après Chitour (2004), dans l'étude générale des caractéristiques d'une solution moussante, plusieurs paramètres sont à distinguer :

2.1. Dimension des bulles

Les dimensions des bulles constituent une mousse, sont très variables, elles dépendent en premier lieu du mode d'obtention de la mousse aussi de la composition du liquide lui-même et de la présence des agents tensio-actifs.

2.2. Densité de la mousse

Elle est aussi appelée le rapport de liquide au gaz, les mousses sont souvent dites sèches, ou humides suivant ce rapport du liquide au gaz.

2.3. Volume

Généralement, on mesure le volume de la mousse suivant la hauteur, le volume dépend de la nature, de la composition du liquide de la température et d'autres paramètres.

2.4. Ecoulement

L'écoulement est le rapport de la quantité finale à la quantité initiale du liquide dans la mousse, il est surtout fonction de la viscosité qui favorise ou défavorise la migration rapide des molécules.

3. Constitution de la mousse

Le mécanisme de formation et stabilisation de la mousse à base des protéines a été largement étudié ; selon la littérature, il existe trois étapes principales. Dans une première phase, les protéines sériques vont venir se localiser à la surface des bulles en migrant vers celles-ci depuis la phase aqueuse, cette étape est principalement influencée par l'état de solubilité des protéines sériques (Turgeon, 1991), dans une deuxième phase, les protéines vont s'adsorber à l'interface et

s'y déplisser, contrairement à ce qui se produit dans le cas de certaines émulsions, ces phénomènes de migration et d'adsorption sont quasi-spontanés en raison de la très grande tension de surface au niveau des films interfaciaux.

L'adsorption des protéines est généralement partielle et les fragments non adsorbés d'une protéine vont interagir avec d'autres fragments de protéines sériques adjacentes également adsorbés (échange de ponts disulfures selon le pH, liaisons hydrophobes, etc.), la formation du film cohésif qui en résulte permet l'encapsulation des bulles d'air, ce film protéique doit toutefois conserver un certain degré d'élasticité pour obtenir la texture recherchée (Wit et al., 1988 ; Phillips et al., 1994 ; Dickinson, 1997 ; Cayot, 1998).

Cette étape est fortement influencée par les caractères d'hydrophobicité et de flexibilité des protéines sériques (Phillips et al., 1994 ; Cayot et Lorient, 1998), il a été démontré qu'une des principales conditions de stabilité d'une mousse est que la phase aqueuse soit visqueuse. Ainsi, le film protéique formé permet dans un troisième temps à la mousse d'être stable en diminuant le drainage gravitationnel de la phase aqueuse et en réduisant les échanges gazeux entre les bulles.

Une représentation schématique des mécanismes mis en jeu dans la fabrication et la stabilisation d'une mousse est présentée sur la figure 3.

Les phases 1 et 2 traduisent la capacité des protéines sériques à former une mousse et la phase 3 illustre leur aptitude à stabiliser la mousse formée.

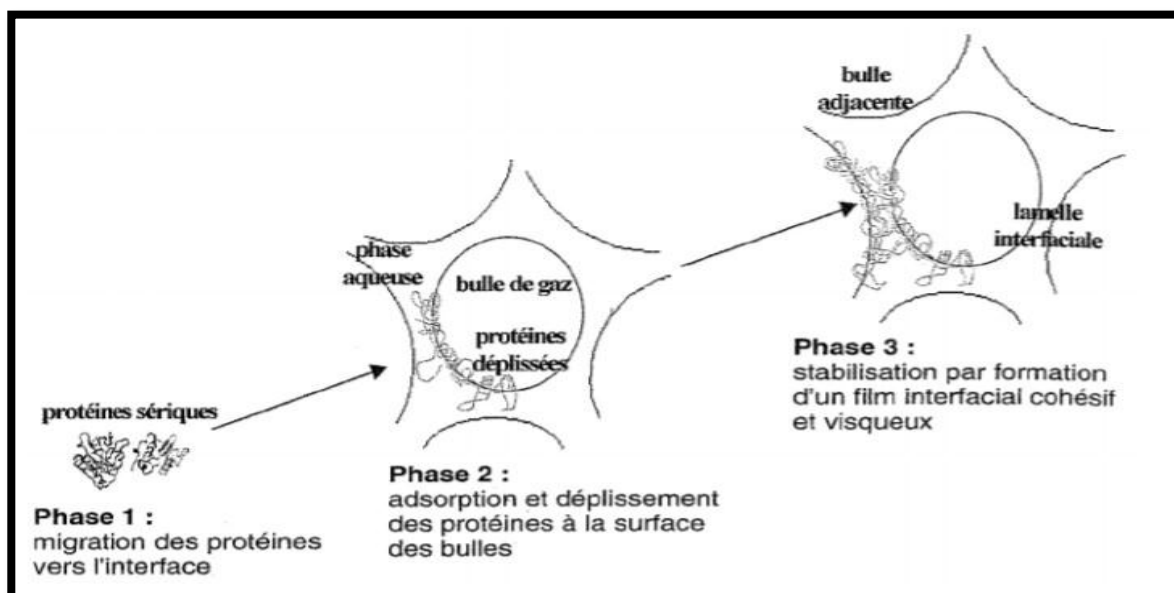


Figure 3: Représentation schématique des mécanismes intervenant lors de la formation et de la stabilisation d'une mousse par des protéines sériques (Gaucheron, 2004)

4. Classification de la mousse

Les mousses peuvent être classées en plusieurs variétés, en fonction de plusieurs critères :

- La dimensionnalité : l'empilement des bulles peut s'effectuer dans un plan, ce qui donne les mousses à deux dimensions (2D), ou bien dans un espace à trois dimensions (mousses 3D).
- La symétrie : si l'empilement des bulles est décrit par un motif répétitif, on parle des mousses ordonnées, sinon des mousses désordonnées.
- La distribution de tailles de bulles : d'un point de vue théorique, les bulles peuvent être toutes de taille identique (mousses dites mono disperses), mais elles présentent souvent une grande variété de dimensions (mousses dites poly disperses), les mousses mono disperses sont rares, même si l'on sait les produire expérimentalement, et elles constituent essentiellement un outil pour les travaux théoriques (**Rosa, 2002**), à contraire, la polydispersité est le critère caractérisant la largeur et la non-uniformité de la distribution de tailles de bulles dans une mousse.
 - La fraction volumique de gaz contenue dans la mousse, notée φ : elle doit être supérieure à une valeur caractéristique φ_C proche de 64%, pour que la structure de mousse liquide résiste aux contraintes statiques, une mousse est appelée « humide » lorsque φ se rapproche de φ_C et elle est dite « sèche » lorsque φ est proche de 100% ,dans le cas où $\varphi < \varphi_C$, on parle de mousses « liquides », ces dernières ne sont pas stables par elles-mêmes et nécessitent une formulation de la phase continue capable d'assurer la stabilité dans le temps recherchée.

5. Stabilité et instabilité de la mousse

5.1. Stabilité de la mousse

La stabilité de la mousse dépend de la nature du film et de l'interaction de la protéine dans l'interface air-eau, il a été suggéré que la réduction du pouvoir moussant et la stabilité de la mousse peuvent être dues à l'agrégation des protéines qui interfèrent avec l'interface entre la protéine et l'eau nécessaire pour la formation de la mousse (**Cho et al., 2004 ; Shyni et al., 2014**).

5.2. Instabilité de la mousse

D'après **Cheftel et Lorient (1982)**, les mécanismes d'instabilité des mousses sont multiples :

- Drainage ou écoulement du liquide de la lamelle.
- Diffusion du gaz des petites bulles vers les grosses bulles, cette diffusion étant rendue possible par la dissolution du gaz dans la phase aqueuse.
- Rupture de la lamelle liquide séparant les bulles de gaz.

6. Structure de la mousse

La structure des mousses est organisée sur plusieurs échelles spatiales :

- A l'échelle macroscopique, une mousse paraît uniforme et homogène, en l'observant à une échelle plus fine, on remarque qu'elle est constituée de bulles de gaz séparées par des films de liquide dont l'épaisseur peut être comprise entre quelques nanomètres et quelques micromètres.
- A l'échelle moléculaire, ces films sont stabilisés par des agents tensioactifs adsorbés à leurs surfaces (**Bouaouina, 2005**).

Chapitre III

Matériel et Méthodes

1. Objectif du travail

Notre étude a pour objectif d'estimer les propriétés moussantes du sérum albumine bovine (SAB) en le comparant avec les molécules chimiques standards (Tween 80) et ce après avoir caractérisé du point de vue physique les solutions moussantes.

Lieu du travail

Notre travail expérimental a été effectué au niveau du laboratoire de technologie alimentaire et physiologie végétale de la faculté des sciences de la nature et de la vie de Tiaret.

2. Matériels et méthodes

3.1 Matériel

3.1.1. Sérum albumine bovine (SAB)

Le SAB : Albumine bovine sérum fraction V. Laboratory Reagent, BIOCHEM. Chemopharma France, Assay : Min 98.5% Nitrogen : Min 15.5%, pH (5% Water) : 6.8-7.2.

3.1.2. Tensioactif

Nous avons utilisé Tween 80 comme agent de surface, sa marque FLUKA, produit de France.

3.1.3. Appareillages, verreries et réactifs chimiques

Le tableau 1 donne le matériel du laboratoire utilisé durant notre expérimentation.

Tableau III : Matériel du laboratoire utilisé.

Appareillages	Verreries	Produits utilisés
<ul style="list-style-type: none"> - Agitateur magnétique chauffant: IKA, LAMBOTECHNIK type RCTB. - Etuve MEMMERT. - Microscope optique: B-350 Optika . - PH mètre: SCHOTT GERATE type CG822. - Mixeur : Mélangeur a main Bomann, STABMIXER SM .354CB. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bêchers de : 50, 100 ml. - Eprouvettes de : 50, 100 ml -Fioles jaugées de 100 ml. - les lames microscopiques - Pipettes graduées de : 2ml. - Pipettes Pasteur. - Pycnomètre (25ml) - Verre de montre - Balance analytique (max 120 g) 	<ul style="list-style-type: none"> - Sérum albumine bovine - Tween 80

3.1.4. Formation des mousses

Le tableau 4 montre la composition des mousses étudiées.

Tableau IV : Composition des mousses.

Tween 80(%) + l'eau distillé 100ml	0.25	0.50	0.75	1
SAB(%) + l'eau distillé 100ml	0.25	0.50	0.75	1
Tween 80(%) + l'eau distillé 100ml	0.25	0.50	0.75	
SAB(%) + l'eau distillé 100ml	0.75	0.50	0.25	

/ : Non déterminé

Chaque solution moussante à été fouettée à 20°C par un mixeur fixé à 18000 tr/ min pendant 1 min.

3.2. Méthodes d'analyses

3.2.1. Protocole expérimental

La figure 4 indique le protocole expérimental de notre étude.

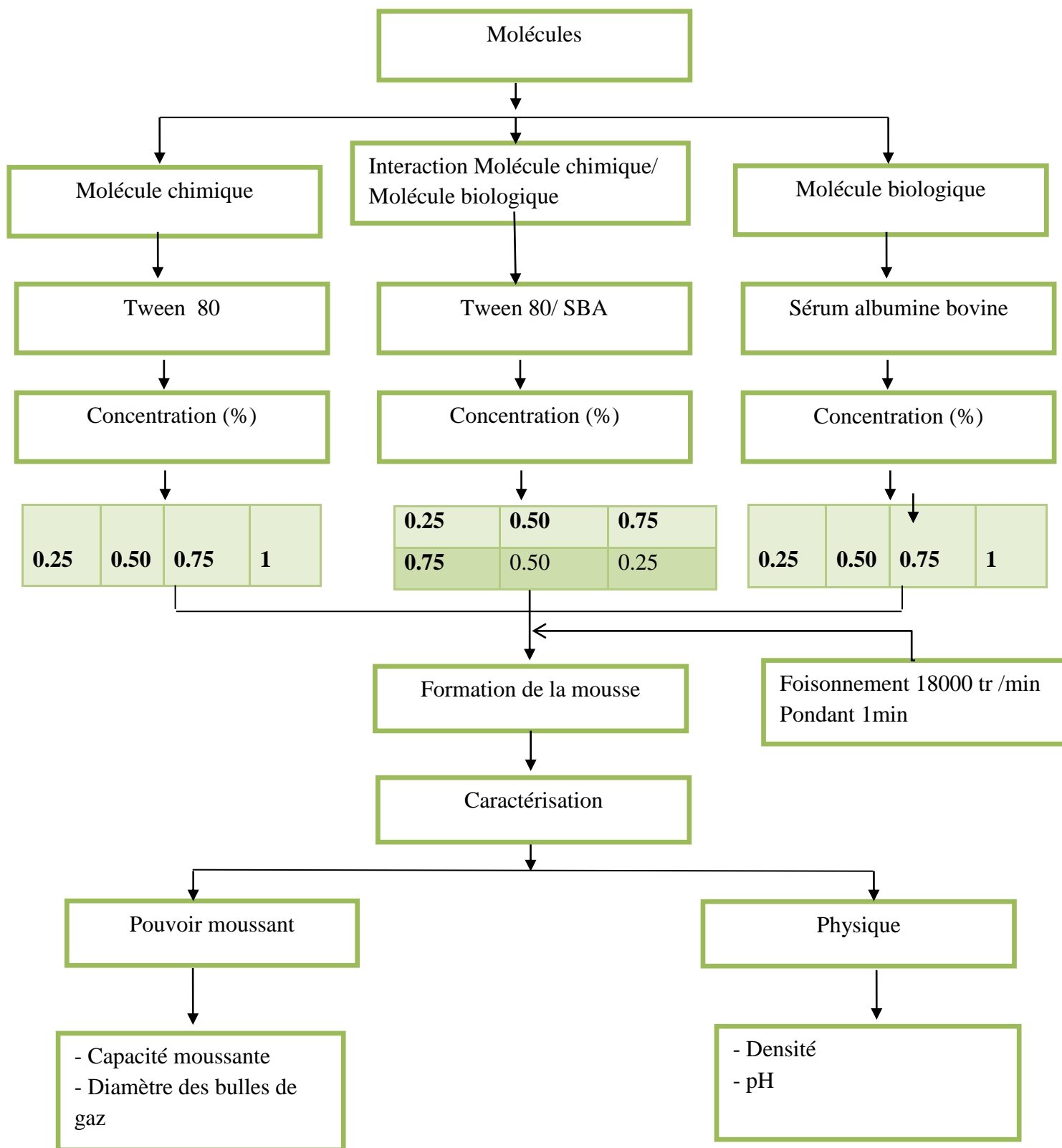


Figure 4 : Schéma de protocole expérimental.

3.2.2. Analyse physique

3.2.2.1. Densité

La densité est le quotient de la masse d'un corps par la masse du même volume d'eau, pour déterminer la densité (D) nous avons utilisé la méthode d'AFNOR <<NF-60.214,(1984)>> qui consiste à :

- ✓ Peser le pycnomètre parfaitement propre, vide et sec ;
- ✓ Peser le pycnomètre remplie de l'eau distillée ;
- ✓ Peser le pycnomètre remplie de l'échantillon désiré (dans ce cas nous avons sérum albumine bovine et de l'eau distillée).

➤ Mode de calcul

La détermination de la densité est donnée par la formule suivante :

$$D = (P_2 - P_0) / (P_1 - P_0)$$

Où :

P₀ : Le poids du pycnomètre vide en g .,

P₁ : Le poids du pycnomètre plein d'eau distillée en g .,

P₂ : Le poids du pycnomètre plein de l'échantillon en g .,

D : La densité de l'échantillon à température ambiante (20°C) du laboratoire.

3.2.2.2 pH

➤ Principe

D'après **Geoffrey (2011)**, la mesure du pH a été déterminée par un pH mètre dont sa valeur est en fonction de la concentration des ions d'hydronium présents dans la solution.

➤ Mode opératoire

- ✓ Etalonner le pH mètre à l'aide de solution tampon (pH=4, pH=07) .,
- ✓ L'électrode doit être rincée par l'acétone et nettoyée avec du papier absorbant .,
- ✓ Tremper l'électrode du pH mètre dans le volume suffisant de l'échantillon préalablement chauffé à 20°C .,
- ✓ Lire la valeur du pH indiqué sur l'écran d'affichage du pH mètre.

3.2.3. Etude des mousses

3.2.3.1. Capacité moussante

Définie comme la quantité de mousse formé par unité de volume de solution (ou par unité de masse de soluté), elle se mesure après foisonnement par détermination du volume maximum de mousse ou de conductivité minimale (**Linden et Lorient , 1994**).

Aussitôt calculer le rapport suivant en appliquant la formule Ci- centre

$$C_M (\%) = V_M / V_L \cdot 100$$

C_M : Capacité moussante en (%) .,

V_M : Volume de la mousse en ml .,

V_L : Volume de liquide en ml.

3.2.3.2. Diamètre moyen des bulles d'air

Le diamètre moyen des bulles d'air est déterminé selon le mode opératoire suivant :

- ✓ Il repose sur le comptage microscopique des bulles d'air; on prélève à l'aide d'une pipette de pasteur à la surface du mousse une partie que l'on dépose sur la lame ;
- ✓ On a utilisé un micromètre oculaire gradué de 0 à 8 μm ;
- ✓ On se déplace au hasard sur la surface pour avoir 10 déterminations successives.

La détermination du diamètre est donnée par la formule suivante :

$$\phi_t = K / 10 \sum_{i=1}^{i=10} D_i$$

ϕ_t : Diamètre moyen des bulles d'air à temps t en (μm).,

K : Coefficient oculaire constant ($K=2.41$).,

i : Nombre des bulles d'air au hasard.,

D : Diamètre des bulles d'air en (μm).,

t : Temps de prélèvement.

Chapitre IV

Résultats et discussions

1. Système individuel

1.1. Capacité moussante

La figure 5 montre respectivement évolution de la capacité moussante du sérum albumine bovine et du Tween 80.

D'après la figure 5 l'ensemble des solutions moussantes sont caractérisées par des allures décroissantes au cours du temps.

Nous remarquons que les valeurs de la capacité moussante notées pour les solutions de Tween 80 sont supérieures à celles marquées dans les solutions du sérum albumine bovine ; elles varient du 107.14% à temps $t = 0$ min à 66.66 à temps $t = 60$ min pour les solutions de Tween 80, et du 81.25 % à temps $t = 0$ min à 18.75% à temps $t = 60$ min pour les solutions du sérum albumine bovine (figure 5 a et b).

La solution du sérum albumine bovine 1% par rapport aux autres doses préparées s'est manifestée par une capacité moussante supérieure qui varie du 81.25% à temps $t = 0$ min à 62.50% à temps $t = 60$ min (figure 5a).

Pour les solutions de Tween 80, des valeurs identiques ont été enregistrées pour les doses 0.5% et 0.75% et 1% dont leur capacité moussante est limitée du 107.14% à temps $t = 0$ min à 81.25% à temps $t = 60$ min, tandis que la solution de Tween 80 à 0.25% a marqué une capacité moussante qui varie du 86.66% à temps $t = 0$ min à 66.66% à temps $t = 60$ min (figure 5b).

1-2.Diamètre des bulles d'air

La figure 6 illustre respectivement l'évolution du diamètre des bulles d'air du sérum albumine bovine et du Tween 80.

Selon la figure 6, le diamètre moyen des bulles d'air s'est caractérisé par des valeurs croissantes au cours du temps.

Les solutions du sérum albumine bovine sont manifestées par un diamètre moyen des bulles d'air qui varie du 7.20 μ m, à temps $t = 0$ min à 35.78 μ m, à temps $t = 60$ min (figure 6 c).

Par contre, pour celles préparées à base de Tween 80 le diamètre moyen des bulles d'air s'est limité du 12.02 μ m à temps $t = 0$ min à 37.59 μ m à temps $t = 60$ min (figure 6 d).

Les valeurs inférieures du diamètre moyen des bulles d'air sont celles notées dans la solution du sérum albumine bovine à 0.25% et la solution du Tween 80 à 0.75% (figure 6 c et d).

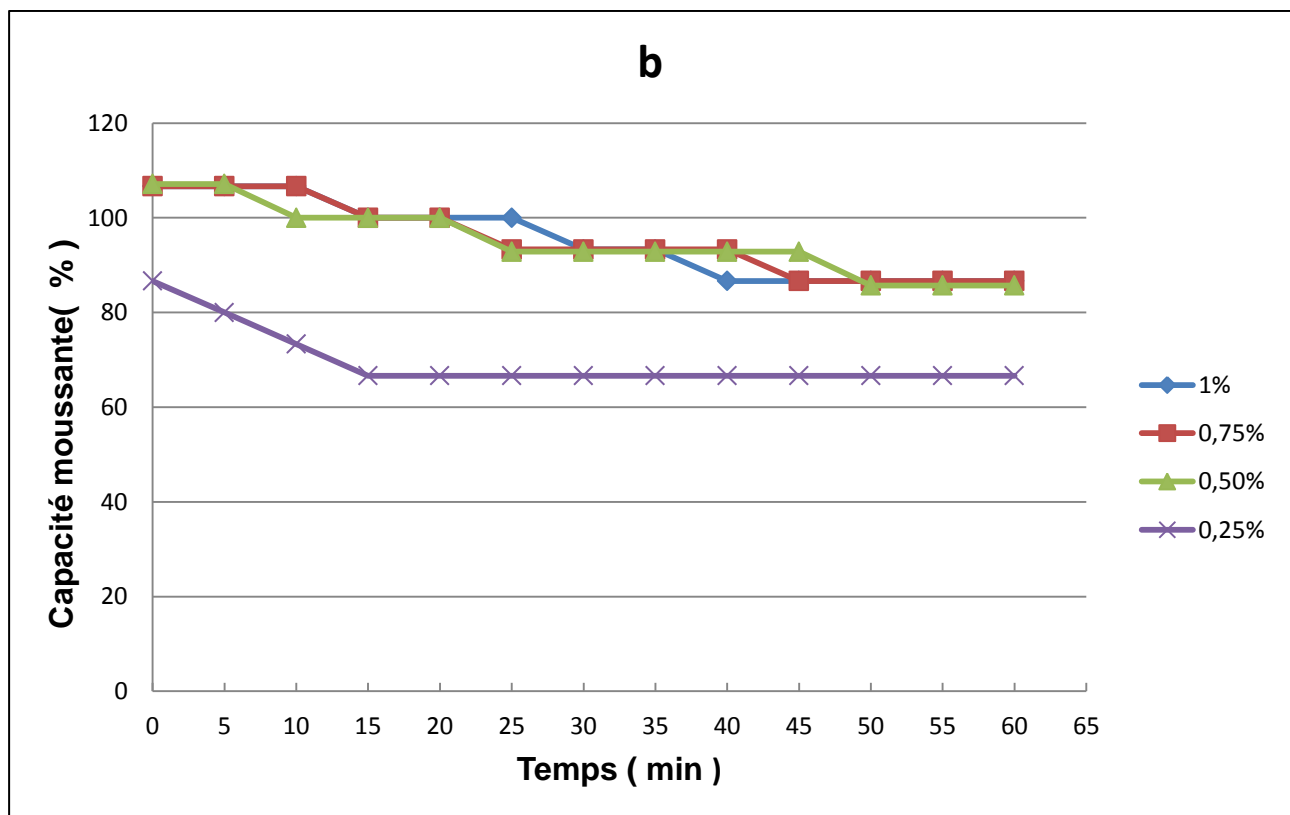
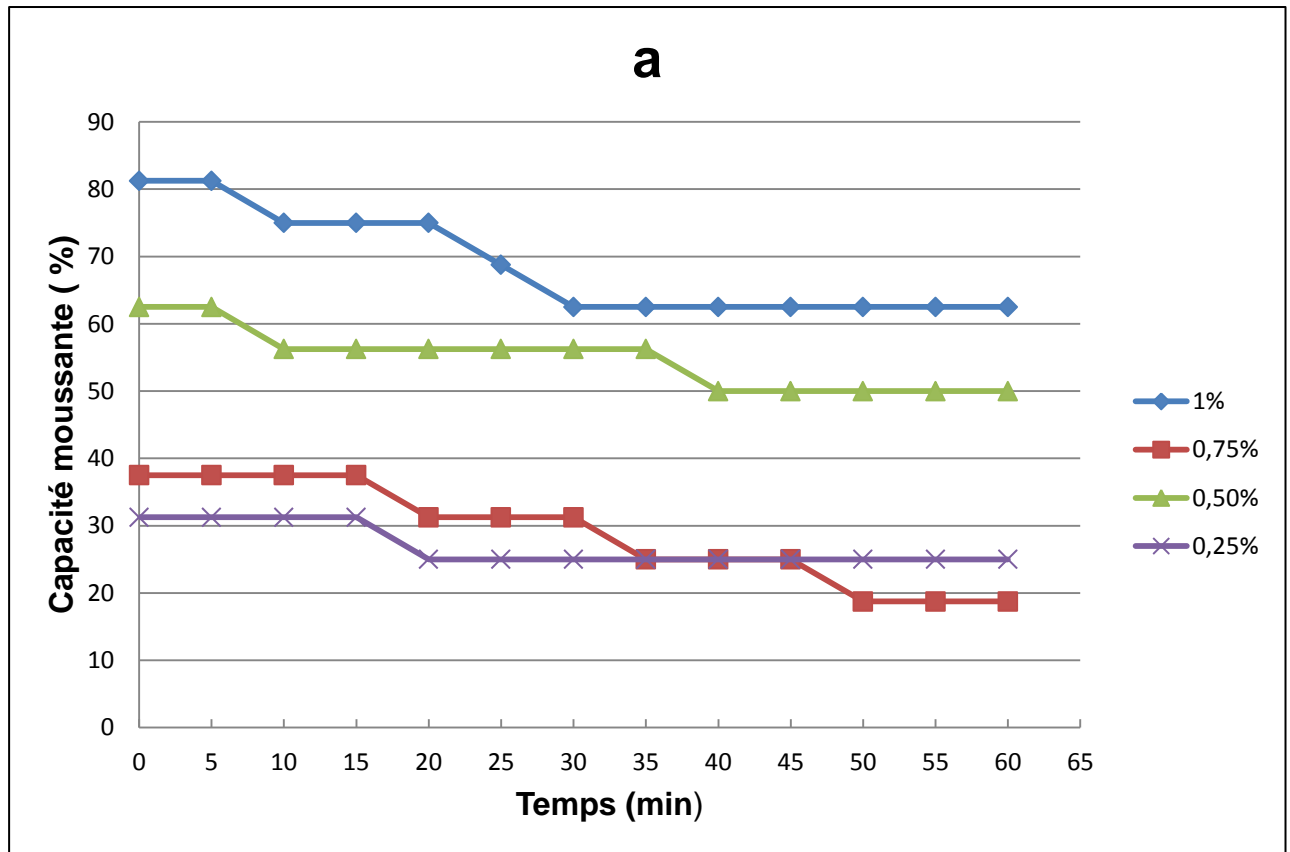


Figure 5 : Cinétique de la capacité moussante du sérum albumine bovine (a) et du Tween 80 (b).

Selon **Cheftel et Lorient (1982)**, les protéines laitières ont une faible capacité moussante par rapport au blanc d'œuf, aux protéines de soja ou du sang, souvent un chauffage modéré ou une hydrolyse partielle peuvent améliorer ces propriétés et surtout la stabilité des mousses provenant de protéines de lactosérum, les propriétés moussantes sont définies par le foisonnement maximum (% d'accroissement de volume) ou capacité moussante et par la stabilité (temps pour maintenir ce volume maximum).

Les propriétés moussantes des protéines sont influencées par la source de la protéine, les méthodes et les paramètres de procédés, y compris l'isolement des protéines, la température, le pH, la concentration en protéines, le temps de mélange et le procédé de moussage, parmi les facteurs les plus influençant sur la capacité de moussage (CM) des protéines, le type d'équipement de moussage et la méthode d'agitation (**Zayas, 1997**).

Selon (**Bryant et al., (1998)**), Le nombre de substances jouant le rôle d'agents de surface identifiées dans la nature ou obtenues par la chimie de synthèse est important ; plusieurs milliers de produits ont été proposés et on en découvre encore de nouveaux, malgré cette variété, il est possible de classer :

Les protéines sont des bio polymères amphiphiles de poids moléculaire élevé (supérieur à 10 kDa) souvent utilisées comme ingrédient dans les milieux alimentaires pour leur qualité nutritionnelle et leurs propriétés fonctionnelles (**Bryant et al., (1998)**).

Les surfactants sont des molécules de faible poids moléculaire (inférieur à 1 ou 2 kDa) capable de s'adsorber aux interfaces gaz-liquide et d'abaisser fortement la tension de surface, ils sont plus souvent utilisés dans les domaines cosmétiques ou pharmaceutiques qu'alimentaires où les protéines restent les agents moussants par excellence, ces derniers présentent en général une structure moléculaire relativement simple, avec une tête polaire et une queue apolaire. Ils sont introduits dans les produits aérés pour remplir aussi bien une fonction de stabilisation qu'une fonction de déstabilisation partielle de la microstructure, notamment en présence d'une phase grasse dispersée dans la matrice (**Bryant et al., (1998)**).

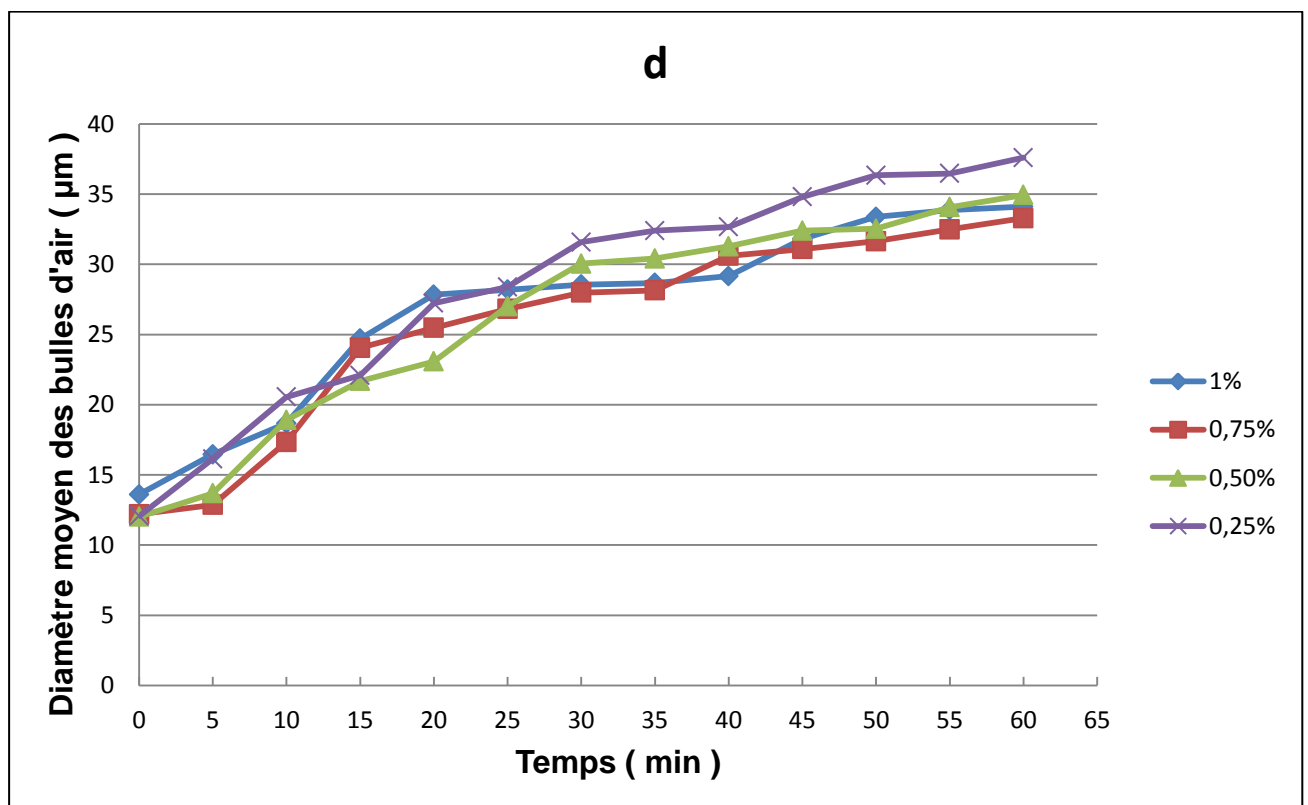
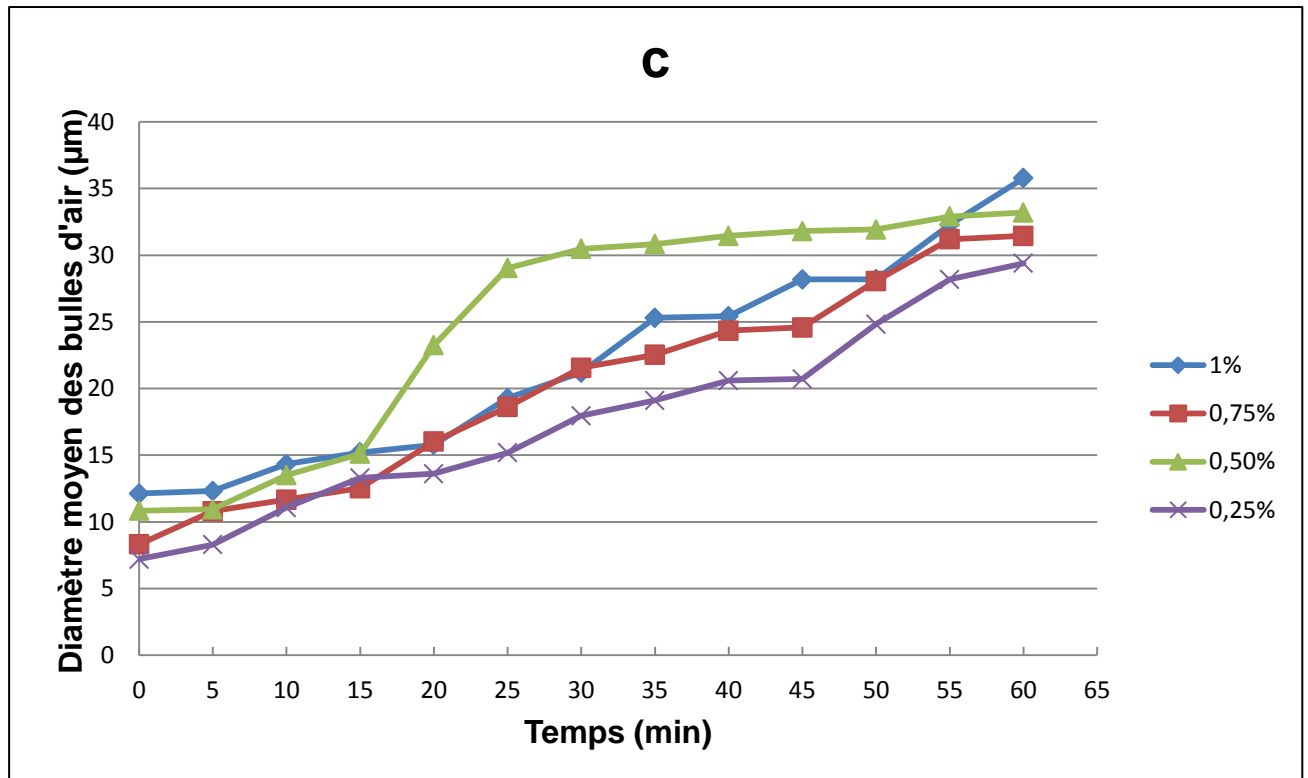


Figure 6 : Cinétique du diamètre des bulles d'air du sérum albumine bovine (c) et du Tween 80 (d).

2-System mixte

2-1- Capacité moussante

La figure 7 montre que les valeurs de la capacité moussante de l'interaction du sérum albumine bovine et du Tween 80 ont des allures décroissantes au cours du temps.

Meilleure capacité moussante est celle notée dans la solution (0.5% sérum albumine bovine + 0.5% Tween 80) qui varie du 106.25% à temps $t = 0$ min à 75% à temps $t = 60$ min.

2-2- Diamètre des bulles d'air

Le diamètre moyen des bulles d'air issu des solutions de l'interaction du sérum albumine bovine et de Tween 80 s'est caractérisé par de valeurs croissantes au cours du temps (figure8) par rapport aux autres types des solution ;la solution mixte (0.25% de sérum albumine bovine + 0.75 de Tween 80) a manifesté par des valeurs inferieures qui comprises du $7.32\mu\text{m}$ à temps $t = 0$ min à $31.90\mu\text{m}$ à temps $t = 60$ min.

Selon **Cayot et Lorient (1998)**, d'une manière générale, les interactions entre deux agents moussants dans un mélange de protéines sériques et de Tween 80 ou de gélatine par exemple, aboutissent à deux types d'adsorption peuvent être résumés ainsi :

La coadsorption peut être coopérative pour la stabilité de l'interface et résulte de la participation simultanée d'agents tensioactifs (ex. protéines sériques et gélatine) de toute nature à former une couche où ces agents peuvent se superposer correspondant à un agent qui maintient la stabilité aux interfaces tandis que l'autre agent se place en seconde couche.

Cette adsorption coopérative peut aussi avoir lieu quand les deux molécules s'associent dans la phase continue, ce qui entraîne la modification de la cinétique d'adsorption de l'agent moussant et la réduction de sa quantité dans la phase continue et donc sa disponibilité aux interfaces. Ce type d'interaction concerne surtout les mélanges de protéines (**Chen et Dickinson, 1995 ; Cayot et Lorient, 1998**).

L'adsorption compétitive, consiste quant à elle, en la désorption d'un agent moussant par un autre agent moussant de nature différente (ex. protéines sériques déplacées par le Tween80). Cette adsorption compétitive peut avoir des effets importants sur la stabilité d'une mousse. Plusieurs travaux de recherche ont donné des résultats contradictoires sur cette compétitivité, mais ils ont distingué la compétition entre les protéines de celle entre les protéines et d'autres agents tensioactifs comme le Tween 80 ; l'adsorption compétitive concerne principalement les mélanges des protéines et des surfactants (**Brun et Dalgleish, 1999 ; Caessens et al ., 1999**).

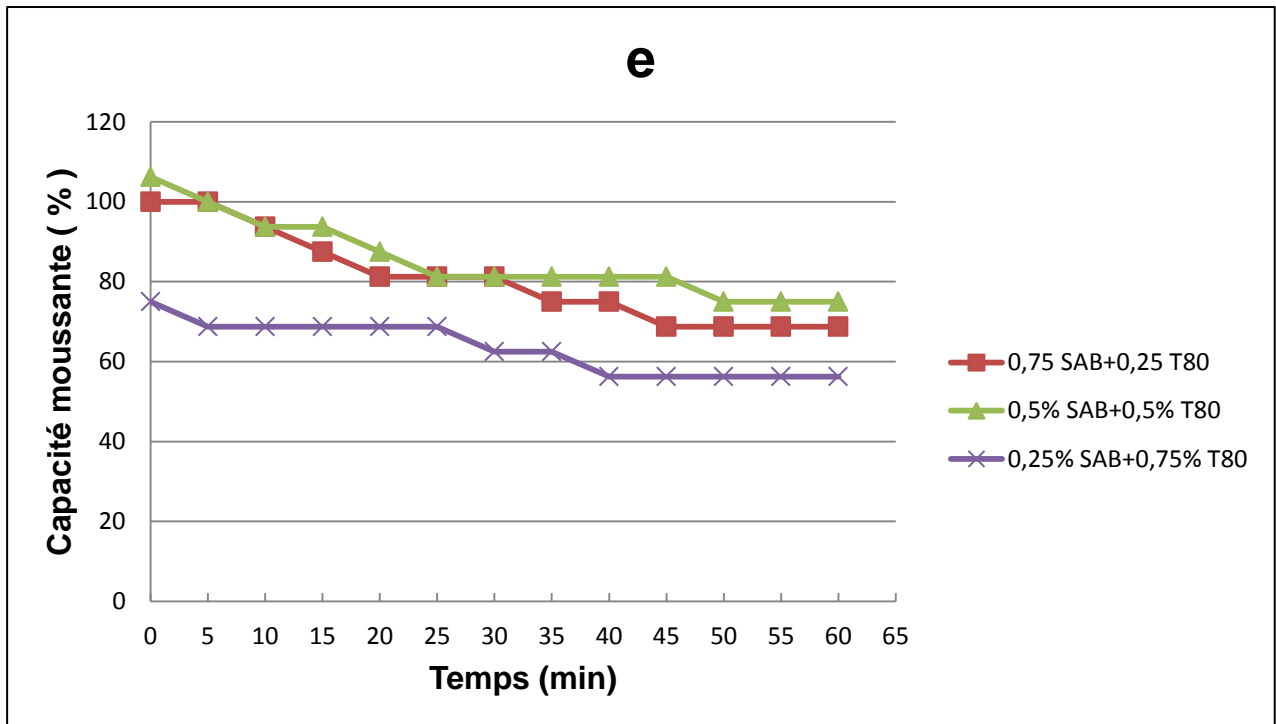


Figure 7 : Cinétique de la capacité moussante de l'interaction du sérum albumine bovine et du Tween 80.

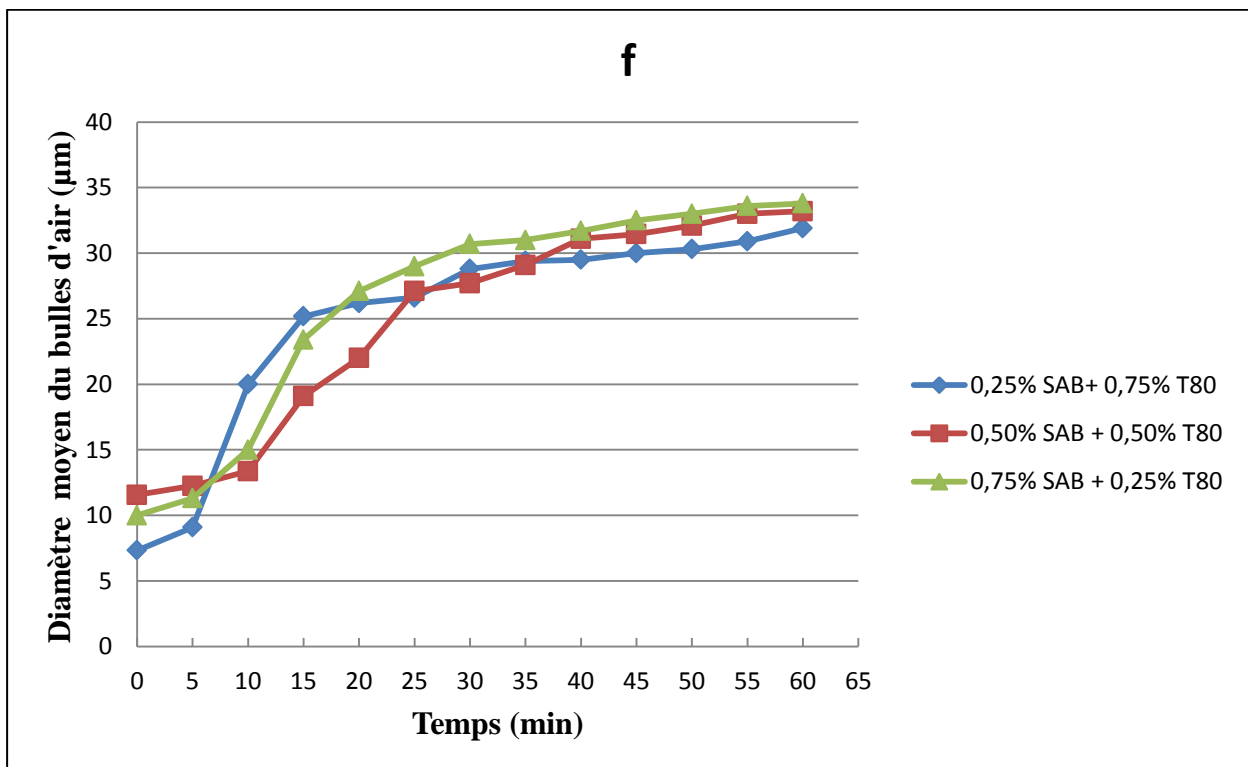


Figure 8 : Cinétique du diamètre des bulles d'air de l'interaction du sérum albumine bovine et du Tween 80.

3- Aspect microscopique

Le tableau 5 illustre les aspects microscopiques des bulles d'air pour les deux systèmes.

Tableau V : Pouvoir moussant des solutions étudiées dans un système individuel.

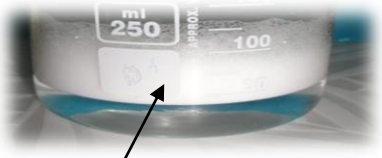
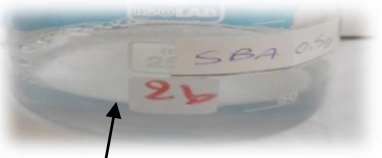
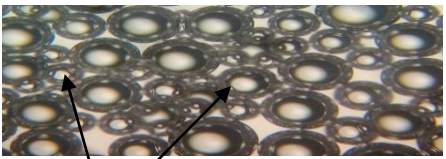
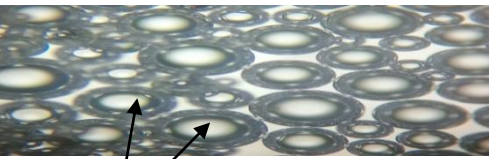
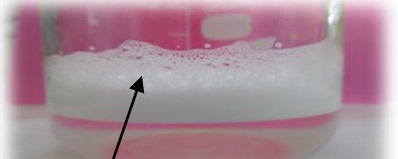

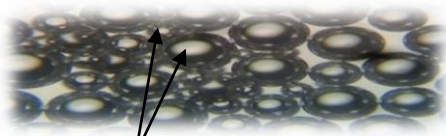
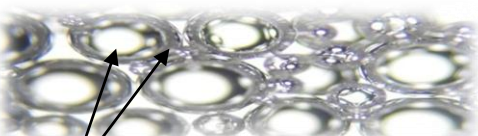
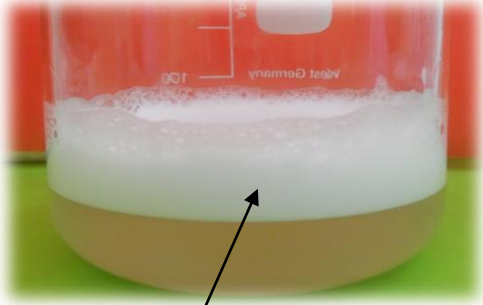
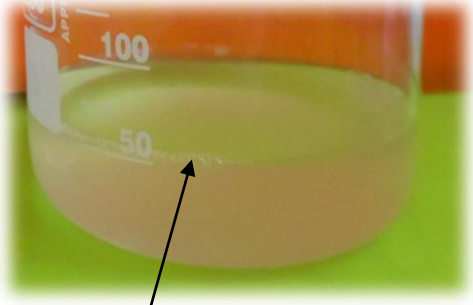
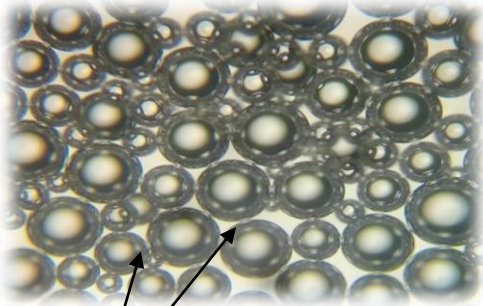
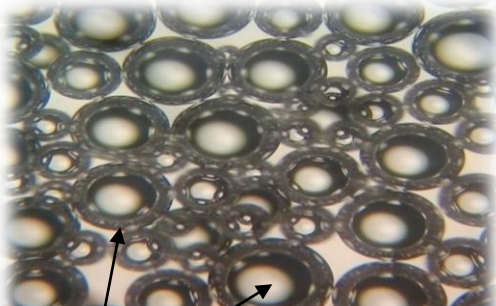
		Temps(min)	0	60
		Molécule		
Système individuel	Sérum albumine bovine	Capacité moussante à 1%		Capacité moussante à 1%
			 Mousse (CM=81.25%)	 Mousse (CM=18.75%)
		Diamètre à 0.50 %		Diamètre à 0.50 %
		 Bulles d'air ($\phi = 7.20\mu m$) (Gx10)	 Bulles d'air ($\phi = 35.78\mu m$)(Gx10)	
	Tween 80	Capacité moussante à 1%		Capacité moussante à 1%
		 Mousse (CM=35.78%)	 Mousse (CM=7.20%)	
	Diamètre des bulles d'air 0.25 %		Diamètre des bulles d'air 0.25 %	
	 Bulles d'air ($\phi = 12.02\mu m$)(Gx10)	 Bulles d'air ($\phi = 37.50\mu m$) (Gx10)		

Tableau VI :Pouvoir moussant des solutions étudiées dans un système mixte.

		Temps (min)	
		0	60
Système mixte	Sérum albumine bovine + Tween 80	Molécule	
		Capacité moussante à 0.50 %SAB+0.50T80	Capacité moussante à 0.50 %SAB+0.50T80
		 <p>Mousse (CM=106.25%)</p>	 <p>Mousse (CM=75%)</p>
		Diamètre des bulles d'air 0.75% SAB+0.25% T80	Diamètre des bulles d'air 0.75% SAB+0.25% T80
 <p>Bulles d'air ($\varnothing = 7.32\mu m$) (Gx10)</p>	 <p>Bulles d'air ($\varnothing = 31.90\mu m$) (Gx10)</p>		

Conclusion

Conclusion

Les agents moussants jouent un rôle bien plus fort sur le foisonnement que les propriétés d'équilibre, telles que la tension de surface. En effet, les petites molécules de tensioactifs comme le Tween 80 présente une faible élasticité aux interfaces gaz-liquide, bien que ce soient celles qui produisent les tensions de surface les plus faibles.

Le travail que nous avons effectué consiste à l'étude de pouvoir moussant du sérum albumine bovine (SAB) comparé à celui du Tween 80.

Sur le plan physique, les solutions moussantes préparées à base du Tween 80, du sérum albumine bovine et de l'interaction du sérum albumine bovine et du Tween 80 ont présenté des valeurs légèrement neutres pour le pH et des densités qui se rapprochent et celle de l'eau distillée.

Sur le plan fonctionnel, des résultats remarquables ont été notés pour les solutions moussantes confectionnées à base du Tween 80, du sérum albumine bovine et de l'interaction du sérum albumine bovine et du Tween 80 ; les meilleures valeurs de la capacité moussante ont été marquées dans celles formées par :

- Sérum albumine bovine (1%) qu'elle varie du 81.25 à 62.5% ;
- Tween 80 (1%) qu'elle varie du 10.6.66 à 81.25% ;
- Interaction du sérum albumine bovine (0.50%) et du Tween 80 (0.50%) qu'elle varie du 106.25 à 75%.

En parallèle, les meilleures valeurs du diamètre des bulles d'air ont été présentées dans celles formulées par :

- Sérum albumine bovine (0.25%) qu'il varie du 7.20 à 29.40 μm ;
- Tween 80 (0.75%) qu'il varie du 12.19 à 33.28 μm ;
- Interaction du sérum albumine bovine (0.25%) et du Tween 80 (0.75%) qu'il varie du 7.32 à 31.9 μm .

A la lumière de ces résultats, le comportement moussant du Tween 80 ,du sérum albumine bovine et de l'interaction du sérum albumine bovine et du Tween 80 a été varié selon leurs doses.

En perspective, nous proposons un travail complémentaire portant sur l'étude de l'influence de la température sur le pouvoir moussant du sérum albumine bovine.

Annexes

Annexe1 : Capacité moussante du sérum albumine bovine (%).

Doses(%) \ Temps(min)	0.25	0.50	0.75	1
0	31.25	62.5	37.5	81.25
5	31.25	62.5	37.5	81.25
10	31.25	56.25	37.5	75
15	31.25	56.25	37.5	75
20	25	56.25	31.25	75
25	25	56.25	31.25	68.75
30	25	56.25	31.25	62.5
35	25	56.25	25	62.5
40	25	50	25	62.5
45	25	50	25	62.5
50	25	50	18.75	62.5
55	25	50	18.75	62.5
60	25	50	18.75	62.5

Annexe2 : Capacité moussante du Tween 80 (%).

Doses(%) \ Temps(min)	0.25	0.50	0.75	1
0	86.66	107.14	106.66	106.66
5	80	107.14	106.66	106.66
10	73.33	100	106.66	106.66
15	66.66	100	100	100
20	66.66	100	100	100
25	66.66	92.85	93.33	100
30	66.66	92.85	93.33	93.33
35	66.66	92.85	93.33	93.33
40	66.66	92.85	93.33	81.25
45	66.66	92.85	86.66	81.25
50	66.66	85.71	86.66	81.25
55	66.66	85.71	86.66	81.25
60	66.66	85.71	86.66	81.25

Annexe 3 : Capacité moussante du Tween 80 + sérum albumine bovine (%).

Doses(%) \ Temps(min)	0.25 SAB + 0.75 T80	0.50 SAB + 0.50 T80	0.75 SAB + 0.25 T80
0	75	106.25	100
5	68.75	100	100
10	68.75	93.75	93.75
15	68.75	93.75	87.50
20	68.75	87.50	81.25
25	68.75	81.25	81.25
30	62.50	81.25	81.25
35	62.50	81.25	75
40	56.25	81.25	75
45	56.25	81.25	68.75
50	56.25	75	68.75
55	56.25	75	68.75
60	56.25	75	68.75

Annexe 4 : Diamètre des bulles d'air du sérum albumine bovine (μm).

Doses(%) \ Temps(min)	0.25	0.50	0.75	1
0	7.20	10.84	8.31	12.12
5	8.29	10.94	10.80	12.31
10	11.06	13.50	11.66	14.33
15	13.30	15.11	12.53	15.20
20	13.61	23.25	16.02	15.78
25	15.18	29.04	18.62	19.28
30	17.95	30.48	21.56	21.20
35	19.11	30.84	22.53	25.30
40	20.60	31.45	24.34	25.42
45	20.72	31.81	24.58	28.19
50	24.82	31.93	28.07	28.20
55	28.19	32.90	31.20	32.30
60	29.40	33.20	31.45	35.78

Annexe 5 : Diamètre des bulles d'air du Tween 80 (μm).

Doses(%) \ Temps(min)	0.25	0.50	0.75	1
0	12.07	12.02	12.19	13.61
5	16.14	13.68	12.86	16.46
10	20.55	18.91	17.35	18.67
15	22.09	21.69	24.05	24.70
20	27.23	23.08	25.47	27.83
25	28.38	27.01	26.82	28.19
30	31.57	30.05	27.98	28.55
35	32.39	30.41	28.14	28.67
40	32.65	31.28	30.60	29.16
45	34.80	32.39	31.08	31.81
50	36.34	32.53	31.64	33.37
55	36.46	34.07	32.48	33.86
60	37.59	34.94	33.28	34.10

Annexe 6 : Diamètre des bulles d'air du Tween 80 + sérum albumine bovine (μm).

Doses(%) \ Temps(min)	0.25 SAB + 0.75 T80	0.50 SAB + 0.50 T80	0.75 SAB + 0.25 T80
0	7.32	11.56	10
5	9.08	12.24	11.30
10	20	13.37	15
15	25.18	19.10	23.40
20	26.19	22	27.10
25	26.60	27.10	29
30	28.79	27.70	30.70
35	29.40	29.10	31
40	29.50	31.10	31.69
45	30	31.45	32.50
50	30.30	32.10	33
55	30.90	33	33.60
60	31.90	33.20	33.80

Annexe 7: pH et densité des solutions moussantes à température 20°C.

pH du sérum albumine bovine

Doses(%) \ Temps(min)	0.25	0.50	0.75	1
0	6.28	7.03	6.88	7.27
60	6.71	6.62	7.48	7.58
pH de Tween 80				
Doses(%) \ Temps(min)	0.25	0.50	0.75	1
0	5.94	6.05	5.84	6.23
60	7.77	6.11	6.01	6.22
pH de la solution (Tween 80 + SAB)				
Doses(%) \ Temps(min)	T80 0.25 + SAB 0.75	T 80 0.50+ SAB 0.50	T80 0.75+ SAB 0.25	
0	6.67	6.90	6.18	
60	6.71	6.64	6.22	
Densité du sérum albumine bovine				
Doses(%) \ Temps(min)	0.25	0.50	0.75	1
0	1	0.98	0.99	0.99
Densité de Tween 80				
Doses(%) \ Temps(min)	0.25	0.50	0.75	1
0	0.98	0.98	0.98	0.99
Densité de la solution (Tween 80+ SAB)				
Doses(%) \ Temps(min)	T80 0.25 + SAB 0.75	T80 0.50+ SAB 0.50	T80 0.75+ SAB 0.25	
0	0.99	0.95	1	

*Références
bibliographiques*

AFNOR. NF- 60. 214. (1984).Méthode d'analyse des corps gras graines oléagineuses, produits dérivés collections. AFNOR , France,455p.

Ana Irene Ledesma-Osuna, Gabriela Ramos-Clamont and Luz Vázquez-Moreno Characterization of bovine serum albumin glycated with glucose, galactose and lactose , Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Sonora, México , Vol. 55 No. 3/2008, 491–497.

Bourriot S, (2002). Conférence sur les additifs alimentaires .Olympiades Nationales de la Chimie, 9p.

Brown J. R., “Structure of Bovine Serum Albumin”, Fed. Proc. 34, (1975) 591.

Brown JR .Serum albumin : amino acid sequence.In : Rosenoer VM ,Oratz M ,Rotschild MA(1977).

Brun J.M. et Dagleish D.G., Some effects of heat on the competitive adsorption of caseins and whey proteins in oil-in-water emulsions, International Dairy Journal, 9, 323-327, 1999.

Bryant C.M. et Mclements D.J., Molecular basis of protein functionality with special consideration of cold-set gels derived from heat-denatured whey, Trends in Food Science and Technology, 9, 143–151(1998).

Carter.C., Ho J.X., 1994.,"Structure of serum albumin". In Advance in Protein chem., V. N. Schumaker, Ed. Academic Press, New York, Vol. 45, pp: 153 - 203.

Cayot, P., & Lorient, D. (1998). Structures et technofonctions des protéines du lait Lavoisier Technique et Documentation, Paris, France.

Cayot P et Lorient D (1998). Structures et technofonctions des protéines du lait. Ed Tec & Doc Lavoisier, Paris, 363 p, p16-36.

Chatterjee, S et Mukherjee, T. K, 2014. Spectroscopic investigation of interaction between bovine serum albumin and amine-functionalized silicon quantum dots. Physical Chemistry Chemical Physics, 2014, Vol. 16, n° 18, pp. 8400.

Cheffel J.C et Lorient D, (1982). Aspects technologiques : Les propriétés fonctionnelles des protéines laitières et leur amélioration. Lait, **62**, 435-483.p.129.

Chitour CE, (2004). Physico-chimie des surfaces, les interfaces liquide-liquide et gaz-liquide dans les solutions aqueuses. Ed OPU, N°2 , Alger, 249p.

Cho S.M., Kwak K.S., Park D.C., Gu Y.S., Ji C.I., Jang D.H., Lee Y.B., Kim S.B., 2004.Processing optimization and functional properties of gelatin from shark (*Isurus oxyrinchus*) cartilage. Food Hydrocolloids, 18 : 573- 579.

Cushman M. A., Rizack S. W. 1970. Effects of Bovine Serum Albumin on the Metabolism of Glucose and the Release of Nonesterified Fatty Acids and Glycerol by the Isolated Adipose Cell. The Journal of Cell Biology, 46: 354-361.

- Dickinson, E. (1997).** Properties of emulsions stabilized with milk proteins: overview of some recent developments. *Journal of Dairy Science*, 80, p.2607–2619.
- Farooq, Z., and Boye, J. I. (2011).** "Novel food and industrial applications of pulse flours and fractions-11.
- Gaucheron, F. (2004).** Minéraux et produits laitiers. Editions Tec & Doc Lavoisier, Paris.
- Geofferey C.P., 2011.** Food Science and Technology. Ed. John Wiley and Sons
- Guillaume B., (2006).** Etude des propriétés physico-chimiques de la lactoferrine et de son fractionnement par procédés membranaires. Thèse doctorat, université Laval, 148p.
- Huang B.X ;Kim.H Y et Dass C 2004 .** « Probing Three-Dimensional Structure of Bovine Serum Albumin by chemical Cross –Linking and Mass Spectrometry », *Journal of American Society for Mass Spectrometry* ,15 ,(2004) ,pp :1237-1247
- Labbafi, M., Bouaouina, H., Vial, C., Djelveh, G., Picgirard, L., Casalinho, J., &Schorsch, C. (2005).** Impact des technologies et des conditions opératoires du foisonnement sur l'élaboration de mousses laitières de type « topping ». *Science des Aliments*, 25, p. 281– 395.
- Lam R. S. H., Nickerso M. T., 2013.** Food Proteins: A Review on their Emulsifying Properties Using a Structure-function Approach. *Food Chemistry* , pp :975-984.
- Marini, I., Moschini, R., Delcorso, A. et Mura, U., 2005.** Chaperone-like features of bovine serum albumin: a comparison with alpha-crystallin. *Cellular and molecular life sciences: CMLS*, décembre 2005, Vol. 62, n° 24, pp. 3092-3099 .
- Patra, S.; Santhosh, K.; Pabbathi, A and Samanta, A. (2012) ,** Diffusion of organic dyes in bovine serum albumin solution studied by fluorescence correlation spectroscopy. *RSC Advances*, 2, 6079-6086p
- Phillips, L.G., Whitehead, D.M., & Kinsella, J. (1994).** In: *Structure-Function Properties of Food Proteins*. Academic Press. San Diego.
- Rosa, M.E., Fortes, M.A., & Vaz, M.F. (2002).** Deformation of three-dimensional monodisperse liquid foams. *European Physical Journal E*, 7.
- Simrad J.R, Zunszaine P.A., Hamilton J.A., Curry.S., 2006.** "Location of high and low affinity fatty acid binding sites on human serum albumin revealed by NMR drug-competition analysis". Vol. 361, pp:336-351.
- Schorsch, C. (2007).** Formulation des mousses laitières: Ed. Techniques Ingénieur -
- Shyni K., Hema G.S., Ninan G., Mathew S., Joshy C.G., Lakshmanan P.T., 2014.** Isolation and characterization of gelatin from the skins of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*), dog shark (*Scoliodon sorrakowah*), and rohu (*Labeo rohita*). *Food Hydrocolloids*, 39: 68 - 76.

Sugio.S, A. Kashima, S. Mochizuki, M. Noda and K. Kobayashi, "Crystal structure of human serum albumin at 2.5 Å resolution". Protein engineering, Vol. 12, pp. 439-446, (1999).

Turgeon, S. (1991). Amélioration des propriétés interfaciales et émulsifiantes d'un concentré protéique de lactosérum par traitement thermique et/ou enzymatique. Thèse de doctorat des sciences, Université de Laval, Quebec.

Thermo Fisher Scientific, 2017, fiche technique du serume albumine bovine .

Valles E. et Furet J.P,(1977). Etude des caillettes des bovins à l'état ruminant pour l'obtention d'extraits coagulants à base de pepsine bovine ; méthodes d'extraction. Lait, **61**, 601-617.

Wahn (U.), Peters (T.) and Siragan (R. P.) (1981). - Allergenic and antigenic properties of bovine serum albumin. Mol. Immunol., 18, 19-28.

Wal J.M., 1998. Cow's milk allergens. Allergy, 53(11):1013-1022.

Walstra, P. 1984. In Dairy Chemistry Physics. (Ed.) WALSTRA, P et JENNESS, R. WILEY, J. et SONS, New York .

Wit , J.N., Hontelez-backx, E., & Adamse, M. (1988). Evaluation of functional properties of whey Netherlands Milk and Dairy Journal, 42, p.155–172.

Zayas J.F. (1997) .Foaming Properties of Proteins. In: Functionality of Proteins in Food. Springer, Berlin, Heidelberg.

Résumé

L'objectif de ce travail entrant dans la caractérisation du pouvoir moussant du sérum albumine bovine en analysant la relation entre le sérum albumine bovine et la molécule standard de référence (Tween 80) tout en déterminant le rapport optimal. Notre partie expérimentale a été axée d'une part sur l'étude des paramètres physiques des mousses (pH et densité) et d'autre part sur l'analyse du pouvoir moussant du sérum albumine bovine (SAB), du Tween 80 et de l'interaction du sérum albumine bovine et du Tween 80. Les résultats ont montré que les propriétés moussantes du sérum albumine bovine, du Tween 80 ont dépendu selon leurs doses, de l'interaction, la technique et de la vitesse de foisonnement.

Mot clés : Sérum albumine bovine, mousse, interaction, Tween 80, dose.

Abstract

The aim of this work is to characterize the foaming power of bovine serum albumin by analyzing the relationship between bovine serum albumin and the standard reference molecule (Tween 80) while determining the optimal ratio. Our experimental is focused first part on the study of the physical parameters of foams (pH and density) and second part on the analysis of the foaming power of bovine serum albumin (BSA), Tween 80 and bovine serum albumin and Tween 80 interaction. The results showed that the foaming properties of bovine serum albumin, Tween 80 depended on their doses, interaction, technique speed and of expansion.

Key words: Bovine serum albumin, foam, interaction, Tween 80, dose.

الملخص :

الهدف من هذا العمل هو تقييم الخصائص الرغوية لمصل الألبومين البقري من خلال تحليل العلاقة بينه وبين الجزيء المرجعي القياسي (Tween 80) مع تحديد النسبة المثلى. ركز عملنا التجريبي على دراسة المقاييس الفيزيائية للرغوي (الكثافة و pH) من جهة وعلى دراسة تحليل قوة الرغوة لمصل الألبومين البقري (SAB) و Tween 80 والعلاقة بينهما من جهة أخرى. أظهرت النتائج أن خصائص رغوة المصل البقري و Tween 80 , اختلفت حسب الجرعة ، طبيعة العلاقة ، التقنية والسرعة المطبقة في تشكيل الرغوة .

الكلمات الجوهرية: مصل الألبومين البقري, رغوة, علاقة, Tween 80 , جرعة.