



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche Scientifique

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID-TLEMCCEN

Faculté des sciences de la nature et de la vie,

Des sciences de la terre et de l'univers

Département de biologie

Mémoire

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

Option : sécurité agroalimentaires et assurance de qualité

Thème

**Etude des anti-moussants utilisé dans l'industrie
alimentaire**

Présenté par :

M^{elle} Belmokhtar Hanane **et** **M^{elle}** Sabri Wahiba Nourhane

Soutenu le 30/06/2022, devant le jury composé de :

Président : Mr Tefiani choukri **MCA** Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen

Examinatrice : Mme Meroufel bahia **MCA** Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen

Encadrant : Dr Zenasni Mohamed Amine **MCA** Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen

Année Universitaire : 2021 - 2022



Remerciements



En préambule à ce mémoire nous remercions le bon dieu, tout puissant de m'avoir donné le courage et la patience, et la chance d'étudier et de suivre le chemin de la science.

Nous voudrions exprimer notre sincère gratitude à notre encadrant **Mr Zenasni Mohamed Amine**, Nous vous remercions d'avoir accepté de diriger notre mémoire. Merci pour votre disponibilité, conseils, aide et surtout pour votre patience pendant la rédaction de ce travail.

Nous exprimons nos profondes gratitudee à **Mr Tefiani Choukri** d'avoir accepté la présidence du jury de cette mémoire, qu'il trouve ici l'expression de nos profonds respects. Nos remerciements s'adressent également à madame **Meroufel Bahia** qui a accepté d'examiner ce travail et de participer à ce jury.

Finalement, nous remercions s'adressent tous les enseignants de département de biologie, et tous ceux qui ont contribué de près ou de loins à la réalisation de ce travail.





Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail

A ma très chère mère, qui me donne toujours l'espoir de vivre.

A mon très chère père, pour ses encouragements, son soutien, et son sacrifice afin que rien n'entrave le déroulement de mes études.

A mon frères aissam et sa femme hakima

A mes frères mohamed et nadir

A mes cousines hanaa et sarah

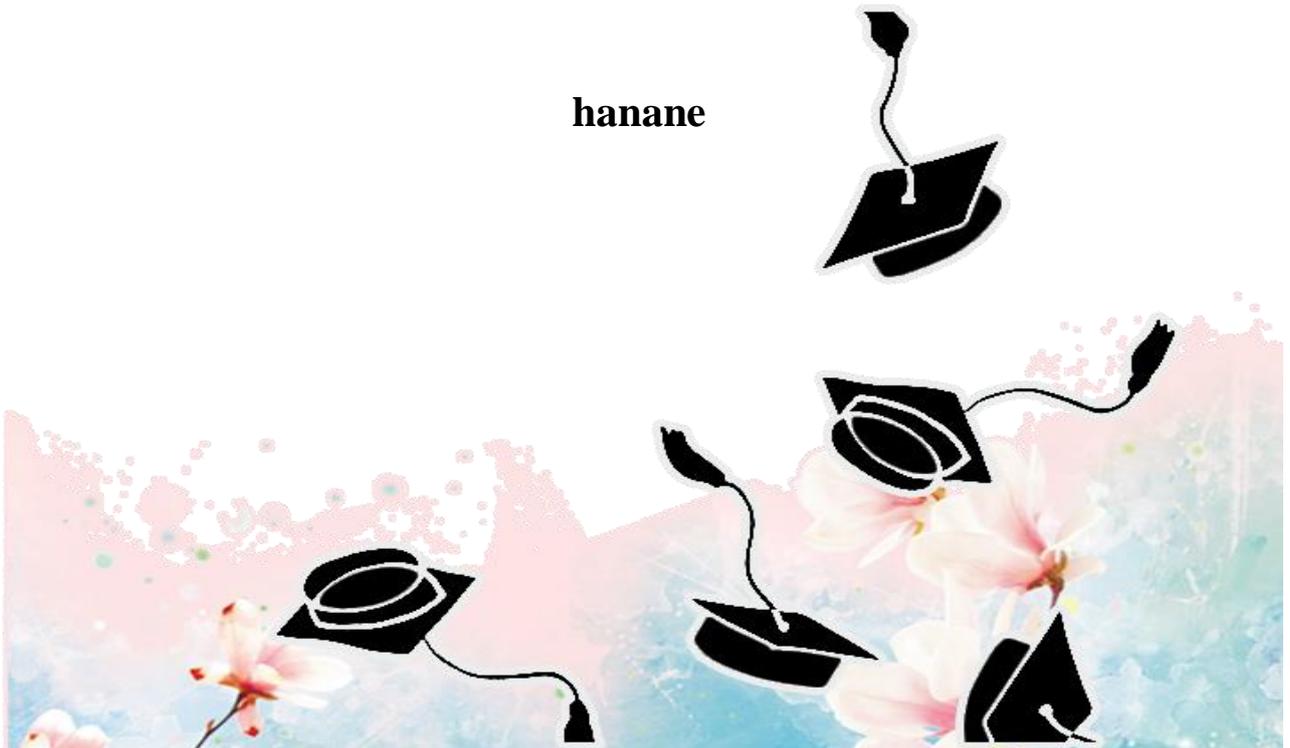
A ma cousine chainèze, qui ma aidé à rédiger ce travail

A mes chers collègues

Et tout qui m'aide et compulse ce modeste travail

En fin, je remercie ma binome, wahiba nourhane

hanane





Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail

A ma très chère mère, qui me donne toujours l'espoir de vivre.

A mon très chère père, pour ses encouragements, son soutien, et son sacrifice afin que
rien n'entrave le déroulement de mes études

A mes sœurs Fatima Zohra , Soujoud et Kawther

A mes chers collègues

Et tout qui m'aide et compulse ce modeste travail

En fin, je remercie ma binome, hanane

Wahiba nourhane



Listes d'abréviations

AA : additif alimentaire

CEE : communauté économique européenne

CMC : Concentration micellaire citrique

DJA : dose journalière admissible

E: Union européenne

FAO: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION

JECFA: joint FAO/WHO expert committee on food additives

OMS : organisation mondiale de la santé

SIN : système international de numérotation

TA : Tensioactifs

Liste des tableaux

Tableau 1.1. Catégories d'additifs utilisés dans l'Union Européenne.....	5
Tableau 1.2. Classes des additifs alimentaires	7
Tableau 2.1. Différents tensioactifs.....	26
Tableau 2.2. Classification tonsioactifs selon leur structure moléculaire.....	27
Tableau.31. Principales entités chimiques constitutives des agents anti mousses.....	42

Listes des figures

Figure1.1 Différentes classes des additifs alimentaires	6
Figure 2.1 surfaces vs interfaces	12
Figure 2.2. Distribution anisotrope des forces d'attraction subies par les molécules	14
Figure 2.3. Gouttelette sphérique	15
Figure 2.4. Faculté de certains insectes à marcher sur l'eau	16
Figure 2.5. lame de rasoir ou une pièce de monnaie sans qu'elle ne coule au fond du récipient....	16
Figure 2.6. Variation de la densité au passage d'un milieu 1 à un milieu 2. La variation à lieu sur une épaisseur finie dans la zone inter faciale.....	18
Figure 2.7. Plaque de Wilhelmy.....	20
Figure 2.8. stalagmomètre de taube	21
Figure 2.9. tensiomètre de nouy	22
Figure 2.10. La méthodes de traction sur une lame.....	23
Figure 2.11. structure de tensioactifs	24
Figure 2.12. Solubilisation de molécule insolubles dans un micelles.....	25
Figure 2.13. Classification tensioactifs selon leurs structure moléculaire.....	27
Figure 2.14. Mode d'action des tensioactifs sur les taches de graisse déposées sur un tissu.....	28
Figure 2.15. Mode d'action des tensioactifs sur les taches de graisse déposées sur un tissu.....	28
Figure 2.16. Mode d'action des tensioactifs sur les taches de graisse déposées sur un tissu.....	29
Figure3.1. Mousse de surface-Bulle unitaire.....	32
Figure3.2. Rupture de la double couche de Gibbs.....	37
Figure3.3. Désaération par regroupement des bulles unitaire	38
Figure 3.4. Variation de la concentration d'oxygène dissous en fonction du temps selon la méthode d'Humphrey.....	40
Figure 3.5. structure d'huile sulfatée.....	44
Figure 3.6. propriétés moussantes.....	48
Figure 3.7. Écoulement du liquide a travers la mousse sous l'effet de la gravité.....	48
Figure 3.8. Aspect d'une mousse et ses 2 stades de structure.....	49
Figure 3.9. Structure d'un mousse sèche	50
Figure3.10. Méthode de Rosse –Miller	51
Figure 3.11. Technique de bullage à travers un fritté de verre	52
Figure 3.12. Schéma du dispositif complet de la machine à mousse extrait de (50).....	53
Figure 3.13. Double seringue : deux seringues sont installées face à face et raccordées entre eux par un tuyau. Apres avoir répété le processus de va-et-vient, on obtient une mousse homogène....	54
Figure 4.1. Machines d'épluchage de pommes de terre.....	56

Figure 4.2. Processus de fabrication de sucrerie.....	57
Figure 4.3. Bioréacteurs utilisés pour la fermentation industrielle.....	60
Figure 4.4. Traitement des eaux résiduaires.....	64

Résumé

L'utilisation des anti-mousses en tant qu'agents technologiques alimentaire est présentement tolérée Par les industries agroalimentaires. Comme cette pratique n'est pas véritablement encadrée à l'heure actuelle dans l'industrie, elle peut entraîner certains problèmes de qualité et par conséquent, une perte de la valeur commerciale du produit. Pour permettre une conduite constante sans perte de production, les anti-mousses contrôlent la mousse au cours des procédés de fabrication de transformation des pommes de terre comme les frites, chips, flocons et granules, d'extraction d'amidon à partir de blé, de maïs, de pomme de terre et de manioc, ainsi d'extraction de protéines à partir d'oléagineux, de pois, de céréales et de luzerne. Les objectifs spécifiques du notre travail étaient d'évaluer et de comparer l'efficacité de différents agents anti-moussants et/ou de méthodes alternatives pouvant potentiellement être utilisés en industries alimentaires.

Mot clé : Mousse, Anti-mousses, Gaz, Agroalimentaire, Industrie

Abstract

The use of defamers as food processing aids is currently tolerated by the agri-food industry. As this practice is not really regulated in the industry at present, it can lead to certain quality problems and consequently to a loss of the commercial value of the product. In order to allow for constant driving without loss of production In order to ensure a constant production flow without loss of production, antifoams control foaming during the manufacturing processes of potato processing such as chips, crisps, flakes and granules, starch extraction from wheat, maize, potato and cassava, as well as protein extraction from oilseeds, peas, cereals and alfalfa. The specific objectives of our work were to evaluate and compare the effectiveness of different antifoaming agents and/or alternative methods that could potentially be used in the food industry.

Key word: Foam, Antifoam, Gas, Food industry, Industry

المخلص

تم حاليا التسامح مع استخدام مضادات الرغاوي كمساعدات لتجهيز الأغذية, من قبل الصناعات الغذائية الزراعية. نظرا لأن هذه الممارسة غير منظمة حقا في الوقت الحاضر في الصناعة ، فقد تؤدي إلى مشاكل معينة في الجودة وبالتالي فقدان القيمة التجارية للمنتج. للسماح بالقيادة المستمرة دون فقدان الإنتاج ، ومكافحة الرغاوي التحكم في الرغوة أثناء عمليات معالجة التصنيع للبطاطس مثل رقائق البطاطس والرقائق والحبيبات ، واستخراج النشا من القمح والذرة و البطاطا و الكسافا ، وكذلك استخراج البروتين من البذور الزيتية و البازلاء و الحبوب والبرسيم. كانت الأهداف المحددة لعمليتنا هي تقييم ومقارنة فعالية مختلف العوامل المضادة للرغوة و / أو الطرق البديلة التي يمكن استخدامها في الصناعات الغذائية.

الكلمات المفتاحية: رغوة, مضاد الرغوة, غاز, المواد الغذائية والمشروبات, صناعة

sommaire

Liste d'abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Résumé

Abstract

المخلص

Introduction générale	1
Chapitre 1 Additifs Alimentaires	3
1. Introduction	3
2. Qu'est ce que les additifs alimentaire ?.....	3
3. A quoi servant additifs alimentaires ?.....	4
4. Classification des additifs alimentaires et exemples.....	4
5. Dénomination.....	7
6. Comment connaître les additifs présents dans les aliments que nous consomme?.....	8
7. Législation.....	8
8. Problèmes liés à leur utilisation.....	9
8.1. Des additifs alimentaires reconnus comme dangereux, persistent dans les produits industriels..	9
8.2. Évaluation des risques sanitaires associés aux additifs alimentaires.....	10
8.3. Normes internationales pour l'utilisation sans risque des additifs alimentaires.....	11
9. Conclusion.....	11
Chapitre 2 Généralités sur les propriétés des surfaces	12
1. Introduction.....	12
2. Tension superficielle et énergie de surface.....	13
2.1. Mise en évidence.....	13
2.2. Origine des forces de tension superficielle.....	13
2.3. Conséquence de la distribution anisotropique des forces d'attraction.....	15
3. Aspect thermodynamique des phénomènes de surface.....	17
3.1. Interface liquide air.....	17
4. grandeurs de surface.....	18
5. effets de la température sur tension superficielle	18

6. applications des phénomènes de surface.....	19
6.1. Expérience de laplace	19
7. méthodes de mesures de la tension superficielle.....	19
7.1. Méthodes de tube capillaire.....	19
7.2. Méthodes du pois de la goutte.....	21
7.2.1. Méthode des plaques de Wilhelmy.....	21
7.2.2. Méthode du stalagmomètre.....	21
7.3. Méthodes de l’anneau de la Noüy.....	21
7.4. Méthodes de traction d’une lame verticale.....	23
7.5. Méthodes de la goutte tournante.....	23
8. Tensioactifs.....	24
8.1. Définition.....	24
8.2. Les déférents tensioactifs.....	26
8.3. Classification.....	27
8.4. Le Pouvoir Détergents.....	28
8.4.1. Le pouvoir mouillant	29
8.4.2. Le pouvoir émulsifiant	29
8.4.3. Le pouvoir dispersant	30
8.4.4. Le pouvoir moussant.....	30
8.5. Débouchés	30
9. Conclusion.....	31
Chapitre 3 Agents anti-moussants.....	32
1. Introduction	32
2. mousse.....	32
2.1. Causes de formation	32
2.2. Différent sort de la mousse	33
2.2.1. Mousse sphérique ou occluse	33
2.2.2. Mousse polyédrique ou superficielle	34
3. Mécanismes de destruction des mousses	34
3.1. Moyens mécaniques	35
3.2. Moyen thermiques	35
3.3. Moyen chimiques et physicochimiques.....	35
3.4. Anti mousse	35
3.4.1. Formation d’un complexe avec le ou les agents tensio-actifs responsables de la formation de mousses	36
3.4.1.1. Formation d’un complexe irréversible	36
3.4.1.2. Formation d’un complexe labile.....	36
3.4.2. Formation d’un film superficiel à la surface du liquide	36
3.4.3. Mécanisme d’action de l’anti mousse	37

3.4.4. Importance de l'aération dans les procédés de fermentation	39
3.4.4.1. Mesure de la variation du coefficient de transfert d'oxygène par la méthode dynamique d'Humphrey.....	40
3.4.4.2. Méthodes d'étude de la toxicité	41
4. Agent anti mousse	42
4.1. Dérivés de corps gras.....	43
4.1.1. Moellon et les dégras	43
4.1.2. Huiles sulfatées.....	44
4.1.2.1. Glycérides partiels	44
4.1.3. Alcools gras.....	45
4.2. Condensats d'oxydes d'éthylène et /ou de propylène.....	45
4.2.1. Poly glycols	45
4.3. Silicones	46
4.4 Application et dispersion	46
5. Etude des propriétés moussantes.....	47
5.1. Détermination du pouvoir moussant.....	50
5.2. Fabrication des mousses.....	51
5.2.1. Bullage	51
5.2.2. Mélangeur turbulent	52
5.2.3. Système à double seringue	53
6. Conclusion.....	54
Chapitre 4 Utilisation des agents anti mousses dans l'industrie alimentaire	55
1-Introduction	55
2. Industrie de transformation directe	55
2.1. Lavage des végétaux avant épluchage	55
3 .Industrie d'extraction	56
3.1. Extraction fourragère et séchage	56
3.2. Sucrieries.....	57
3.2.1. Traitement des effluents	59
3.3. Féculeries	59
4. Industries de fermentation et de biosynthèse	60
4.1. Levure.....	60
4.2. Production d'acides organiques	61
4.3. Acides aminés.....	62
5. Lavage des équipements et traitement des eaux résiduaires	63
6. Conclusion.....	65
Conclusion générale	66

Annexes

Introduction générale

Au sien du l'industrie alimentaire les anti-mousses réduisent les pertes de matières lors de la préparation et de la production des aliments. Les agents anti mousses à base de silicium sont courants pour répondre aux attentes des clients en matière de produits. (**Annie, 2006**)

Les anti-mousses sont également appelées « anti-shuimants » ces additifs sont utiles aux entreprises d'un certain nombre d'industries en aidant à maintenir la formation de mousse ou empêcher la formation des bulles dans les milieux moussants et se répandent rapidement sur les surfaces en raison de leur faible viscosité. (**Web**)

Le besoin d'anti mousse se fait sentir lorsque la mousse perturbe le traitement. Le remplissage ou les mesures de volume ou lorsque la texture du produit alimentaire est affectée négativement. La première solution pour éviter la formation de mousse est le contrôle de la transformation. Mais dans certains cas, les fabricants de produits alimentaires ne peuvent y parvenir sans l'ajout d'un anti moussant. (**Web**)

Dans le cadre de notre étude, nous avons approfondi les connaissances des utilisations des anti-moussants dans l'industrie alimentaire. Notre démarche a été la suivante : a partir d'une solution Moussante simplifiée nous remontons les propriétés des surfaces. Qui stabilisent la mousse intervenant au niveau de la solution moussante, de l'interface. Nous proposons ensuite de l'utilisation des anti-shuimants dans différents industries alimentaires.

Pour obtenir à notre objectif et présenter le travail réalisé, nous l'avons scindé notre mémoire en quatre chapitres structuré comme suit :

- dans un premier chapitre, nous fournissons une introduction générale des additifs alimentaires. Dans ce chapitre, nous allons décrire les différentes catégories d'additifs, comment connaître. La réglementation, dénomination et aussi les problèmes lies à leur utilisation.
- le deuxième chapitre présent les propriétés générales des surfaces. En se comprendre la tension superficielle, ça d'origine. S'ont différentes mesures. également reconnaître, le tensioactif sa structure et utilisation.

Introduction générale

- le troisième chapitre il est port des études sur les mousses et son mécanisme de destitution, aussi sur l'anti-moussante et son mécanisme d'action, et la relation entre anti-moussante et le mousse par la formation d'un complexe avec les agents tensioactives. Parle aussi sur les types des agents anti mousses. Enfin une importance partie de chapitre est l'étude propriété moussante et la fabrication des mousses.
- quatrième chapitre Il est s'intéresse sur l'utilisation des agents anti-moussants dans l'industrie alimentaire comme l'industrie de transformation directes et l'industrie d'extraction, aussi industrie de fermentation et biosynthèse et leur rôle sur le lavage du matériel et le traitement des eaux résiduaires.

Enfin, nous relient les paramètres étudiés précédemment à la mousse au travers de la méthode de mesure de la tension superficielle et de grandeurs définies la moussabilité. Puis nous présentons des études des propriétés moussantes. Également l'utilisation des agents anti-mousses dans les industries alimentaire.

Chapitre 1 Additifs Alimentaires

1. Introduction

L'homme a toujours eu besoin de s'alimenter pour survivre, la nourriture a connu de grands changements jusqu'à nos jours. Nous consommons quasiment tous les jours des aliments industriels. Dans l'alimentation industrielle des ajouts de certains éléments dans les aliments permettent d'améliorer leur goût, leur apparence, leur texture ainsi que leur fonction nutritive. Ces éléments sont les additifs alimentaires ils sont composés d'un corpuscule.

Les additifs alimentaires sont présents depuis que l'homme s'est mis à inspecter les techniques de conservation dès lors de la fabrication jusqu'à la conservation des aliments.

Il existe une multitude d'additifs alimentaires c'est pour cela que de nombreux groupes ont été distingués. Nous avons les colorants, les conservateurs, les anti-moussants, les agents à texture, les édulcorants, les exhausteurs de goût, les acidifiants...

Les additifs alimentaires sont une fraction de notre aliment fini, ils doivent attirer notre attention afin de mieux.

2. Qu'est ce que les additifs alimentaire?

Selon la définition du Comité FAO-OMS, les additifs alimentaires sont définis comme des substances avec ou sans valeur nutritionnelle ajoutées intentionnellement aux aliments à des fins techniques, sanitaires, sensorielles ou nutritionnelles. Aux doses utilisées, son utilisation doit améliorer la qualité du produit fini sans nuire à la santé. **(Dutau, 1996)**

Le Codex Alimentaire définit un additif alimentaire comme étant toute substance qui n'est pas normalement consommée en tant que denrée alimentaire, ni utilisée normalement comme ingrédient caractéristique d'une denrée alimentaire, qu'elle ait ou non une valeur nutritive, et dont l'addition intentionnelle à une denrée alimentaire dans un but technologique (y compris organoleptique) à une étape quelconque de la fabrication, de la transformation, de la préparation, du traitement, du conditionnement, de l'emballage, du transport ou de l'entreposage de ladite denrée entraîne, ou peut, selon toute vraisemblance, entraîner (directement ou indirectement) son incorporation ou celle de ses dérivés dans cette denrée ou en affecter d'une autre façon les caractéristiques. Cette expression ne s'applique ni aux contaminants, ni aux substances ajoutées aux denrées alimentaires pour en préserver ou en améliorer les propriétés nutritionnelles **(codex alimentaire, 2019)**

Dans le Journal Officiel de la République Algérienne N° 30 du décret exécutif n°12 (Annexe n°2) un additif alimentaire est défini comme toute substance :

- Habituellement ni consommé comme aliment ni comme composant caractéristique d'un aliment.
 - Si elle a une valeur nutritionnelle.
 - Adjonction intentionnelle à une denrée alimentaire, y compris à des fins techniques ou organoleptiques, à tout stade de sa fabrication, de sa transformation, de sa préparation, de sa manipulation, de son emballage, de son transport ou de son stockage, affectant ses propriétés, et devenant directement ou indirectement elle-même ou ces dérivés, le ingrédients de cet aliment.
- (Journal officielle, 2012)

3. A quoi servent additifs alimentaires ?

Ils sont avant tout utiles aux industriels développant des produits préparés ou transformés. Les additifs facilitent l'automatisation de la production, prolongent la durée de conservation des aliments et mettent fin aux qualités du produit fini qui pourraient autrement être perdues lors de la transformation.

Il en existe plusieurs familles : les colorants, les conservateurs, les antioxydants (pour éviter le rancissement), les acidulant et correcteurs d'acidité, les antiagglomérants, les anti-mousse et les agents moussants, les charges (pour ajouter du volume), les supports (pour ajouter des vitamines par exemple), les émulsifiants (pour mélanger eau et graisse), durcisseurs, humectant, exhausteurs de goût, etc.

Certains additifs se retrouvent également dans la cuisine maison. C'est le cas de la poudre à lever sèche (E 450, E 500 ou E 336), de la pectine (E 440) utilisée dans les confitures ou encore des édulcorants de table. (**web1**)

4. Classification des additifs alimentaires et exemples

Il a été établi par la directive européenne 89/107/CEE avec 25 catégories et un code a été utilisé au niveau européen (Directive du Parlement européen : (94/34/CE ; 89/107/CEE) (Tableau 01).

Tableau 1.1. Catégories d'additifs utilisés dans l'Union Européenne (**Morgan, 2013**), (**AHMED SALAH et SOUACI, 2019**)

CODE	CATEGORIE	EXMPLE
E100 à E180	colorants	E162 rouge de betterave
E200 à E285	conservateurs	E249 à E251 nitrates et nitrites dans la charcuterie
E300 à E321	Antioxydants (anti-oxygène)	E300 acide ascorbique dans les conserves
E325 à E380	Acidifiants, correcteurs d'acidité	E330 l'acide citrique dans les sodas
E400 à E495	Agents de texture (épaississants, émulsifiants, gélifiants, texturants)	E406 agar-agar
E500 à E585	Catégorie 'fourre-tout' comprenant des poudres à lever, l'acide chlorhydrique, l'acide sulfurique, des phosphates, des correcteurs d'acidité	E552 silicate de calcium dans la poudre de lait
E620 à E650	Exhausteurs de gout	E620 acide glutamique produits laitiers
E900 à E914	Agents d'enrobage	E902 cire de Chandella
E938 à E949	Gaz d'emballage, gaz propulseurs	E939 hélium
E950 à E968	édulcorants	E951 aspartame dans les sodas
E1100 à E1105	Enzymes alimentaires	E1101 protéases
E1404 à E1451	Amidons modifiés	E1420 amidon acétylé

Les additifs alimentaires sont classés en 27 catégories fonctionnelles dans le codex alimentaires et sont aussi décrits dans la réglementation algérienne (figure 01) et (tableau 02)

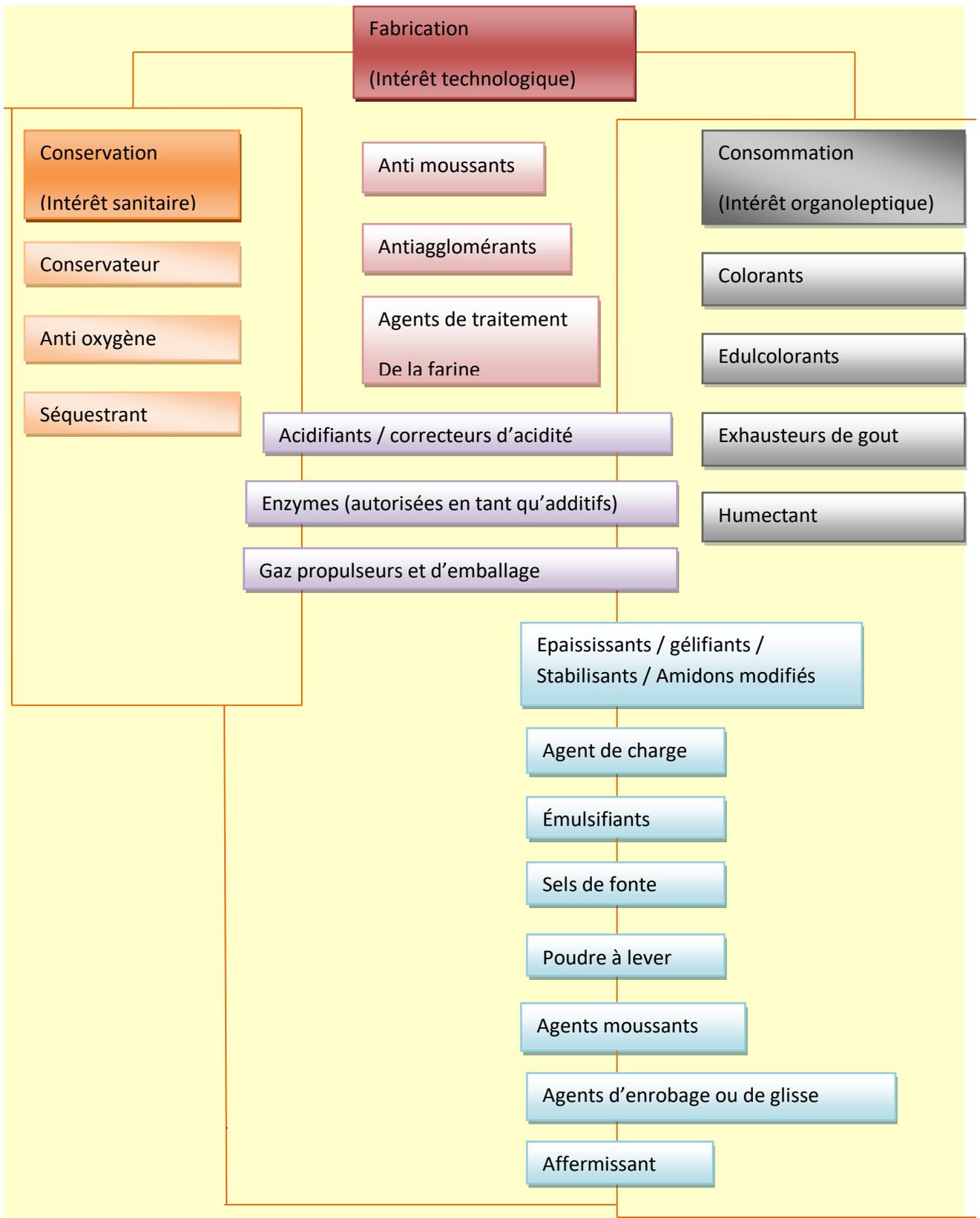


Figure 1.1 Différentes classes des additifs alimentaires (hidaoa, 2017)

Tableau 1.2. Classes des additifs alimentaires (annex I, II, III)

SIN	catégorie	Nom
101(i)	colorant	Riboflavine, synthétique
210	Agent de conservation	Acide benzoïque
302	antioxydant	Acrobate de sodium
458	Stabilisant et liant	Gamma-cyclodextrine
465	Agent moussant	Méthyl-éthyl-cellulose
484	Anti-moussant	Citrate de stéaryle
536	antiagglomérants	Ferrocyanure de potassium
927b	Agents traitement de la farine	Urée (carbamide)
513	acidifiants	Acide sulfurique
1100	enzymes	amylases
944	propulseurs	propane
904	Agents de charge	Gomme-laque
491	émulsifiants	Mono stéarate de sorbitane
1505	séquestrant	Citrate tri-éthylque
912	Agent de glaçage	Esters de l'acide montanique
570	Stabilisant de mousse	Acide gras
905d	Agents d'enrobage ou de glisse	Huile minérale, viscosité élevée
520	affermissant	Sulfate d'aluminium
1519	humectant	Tri-acétine
640	Exhausteurs de gout	glycine
956	édulcorants	ALITAME
400	épaississants	Acide alginique
1518	support	Alcool de benzyle

5. Dénomination

Leur dénomination est constituée d'une lettre (indiquant la provenance "E" pour communauté européenne, en Algérie c'est SIN) suivi de 3 chiffres indiquant la catégorie principale (100 pour les colorants, 200 pour les conservateurs, 300 pour les antioxydants, 400 pour les agents de texture (émulsifiants, stabilisants, épaississants, gélifiants), 500 pour les acides, 600 pour les exhausteurs de goût, 900 pour les édulcorants). La directive européenne 89/107/CEE classe les additifs alimentaires

en plusieurs catégories, selon la fonction qu'ils remplissent dans l'aliment. (Semoud, 2018)

Dans certains cas on trouve le code suivi par des lettres a, b, c, d Les désignations alphabétiques sont introduites pour la caractérisation de différents types d'additifs (comme le caramel produit par divers procédés). Ou bien suivi par (ii), (iii)Qui désigne la division en sous classes (**web2**)

6. Comment connaître les additifs présents dans les aliments que nous consomme?

La Commission du codex Alimentaire établit des normes et des lignes directrices applicables à l'étiquetage nutritif. Ces normes concernent l'ensemble du territoire et les producteurs d'aliments sont obligés d'indiquer quels additifs sont présents dans leurs produits. Au sein de l'Union européenne il existe des lois régissant l'étiquetage en rapport avec les additifs alimentaires avec notamment plusieurs codes prédéfinis débutant par la lettre E.

Les personnes ayant certaines allergies sont sensibles à certains additifs alimentaires et devront inspecter méticuleusement les étiquettes. L'OMS encourage les autorités nationales à adopter une vigilance particulière concernant les additifs alimentaires dans les aliments et les boissons élaborés au sein du territoire et de garantir qu'ils sont en accord avec les usages et les conditions autorisés par la législation. Les autorités nationales devront contrôler l'activité de l'industrie nutritive, elles sont également en première ligne pour garantir l'innocuité des additifs relativement à leur utilisation. (**web3**)

7. Législation

Le décret exécutif n°12-214 du 15 Mai 2012; fixe les conditions d'utilisation des additifs alimentaires, en 20 articles :

Notamment, le Codex alimentaires relative aux AA. En outre, les conditions d'utilisation des AA ainsi que celles présentes dans la sous-commission du Codex alimentaires s'ajoutent. Il est à noter que seuls les AA halal peuvent être inclus dans les denrées alimentaires. De par l'emballage sur lequel est spécifiée la présence éventuel d'un additif, l'acheteur est mis au courant du nom de l'additif, son indication et sa fonction dans le produit.

Sur l'emballage figurent : l'appellation particulière et/ou la numérotation du système international

de numérotation (SIN) + son rôle technologique.

Par exemple, nous avons la curcumine SIN 100 ou la curcumine : colorant.

En cas de présence simultanée de plusieurs AA ils seront énoncés dans un ordre décroissant suivant leur quantité comparée à la masse totale de l'aliment (**Semoud, 2018**)

8. Problèmes liés à leur utilisation

8.1. Des additifs alimentaires reconnus comme dangereux, persistent dans les produits industriels

Tous les additifs alimentaires ne sont pas nocifs pour la santé, mais certains le sont. C'est particulièrement vrai, mais ils sont toujours autorisés dans les produits alimentaires. De plus, ils ne sont pas toujours référencés dans le même contexte spécifié. Cela peut être un code comme "E621", ou les initiales "GMS" ou un nom complet "Mono glutamate de Sodium». nous proposons ici une liste de quelque d'additifs dangereux :

E124: Ponceau 4R. Colorant azoïque rouge. Produit chimique très dangereux. Utilisé dans certains ketchup et fruits confits, bonbons, yaourts, boissons, chewing-gum

E127: Erythrosine. Colorant rouge synthétique. Présent dans les cerises confites, bonbons, fruits au sirop en contiennent souvent.

E128: Rouge 2G. Colorant rouge synthétique, Utilisé dans certaines saucisses et dans certains steaks hachés

E311: Gallate d'octyle. Antioxydant de synthèse. Utilisé largement dans de très nombreux aliments industriels tels que les amuse-gueules, soupe en sachet, certains laits en poudre, pomme de terre en flocons, chewing-gum. Souvent utilisé dans les arômes.

E474: Sucroglycérides: Emulsifiant et améliorants des farines de synthèse, Utilisé dans les bonbons, les biscuits et pâtisseries.

E477: Esters de propane-1, 2-Diol d'acides gras: émulsifiants de synthèse, régulateur de la cristallisation des graisses. Serait dérivé du pétrole. Utilisé dans les biscuits, les desserts

E491: Monostéarate de sorbitane: Emulsifiants, anti-moussants, supports pour colorants et agents d'enrobage pour les fruits. Utilisé pour les pâtisseries et nombreux autres aliments

E950 Acesulfame-K : édulcorant et exhausteur de goût de synthèse, Ayant un arrière goût amer, il est souvent utilisé avec l'aspartame Présent dans les chewing-gums, de nombreuses boissons,

confiseries, pâtisseries industrielles, desserts, certaines boissons lactées. Dans la majorité des boissons et aliments light

E554 : Silicate aluminosodique. Support pour arômes et colorant. Présent surtout dans le sel de cuisine

E525 : Hydroxyde de potassium. Présent dans le cacao en poudre et ses dérivés, dans certains laits infantiles, les glaces, les jus de raisins (**web4**)

8.2. Évaluation des risques sanitaires associés aux additifs alimentaires

L'OMS, en collaboration avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), est chargée d'évaluer les risques des additifs alimentaires pour la santé humaine. L'évaluation a été réalisée par le Groupe mixte d'experts FAO/OMS sur les additifs alimentaires (JECFA), un groupe international indépendant d'experts scientifiques.

Seuls les additifs alimentaires dont l'innocuité a été évaluée par le JECFA et dont il a été constaté qu'ils ne présentent aucun risque significatif pour la santé des consommateurs doivent être utilisés. Cette règle s'applique que l'additif soit naturel ou synthétique. Les autorités nationales peuvent autoriser l'utilisation de tels additifs dans des aliments spécifiques à des doses spécifiques sur la base des évaluations du JECFA ou des évaluations nationales.

L'évaluation du JECFA est basée sur un examen scientifique de toutes les données biochimiques, toxicologiques et autres disponibles pour un additif donné en tenant compte des essais obligatoires sur les animaux, des études théoriques et des observations humaines.

Les tests toxicologiques requis par le JECFA comprennent des études de toxicité aiguë, à court terme et à long terme pour déterminer comment un additif alimentaire est absorbé, distribué et excrété à des niveaux d'exposition spécifiques et quels sont ses effets ou sous-produits potentiellement nocifs.

Le point de départ pour déterminer si un additif alimentaire peut être utilisé sans effets nocifs est de fixer une dose journalière admissible (DJA). La DJA est une estimation de la quantité de cet additif dans les aliments ou l'eau potable qui peut être consommée quotidiennement pendant toute une vie sans effets nocifs sur la santé. (**web3**)

8.3. Normes internationales pour l'utilisation sans risque des additifs alimentaires

JECFA , la Commission du Codex Alimentaires, un organisme FAO/OMS intergouvernemental De Normalisation alimentaire, utilise des évaluations de sécurité pour fixer des limites maximales pour l'utilisation d'additifs dans les aliments et les boissons.

Nous pouvons notamment distinguer les normes du Codex Alimentarius qui servent de référence pour l'établissement de normes nationales. Ces dernières visent à protéger les consommateurs et le commerce alimentaire international, afin que les consommateurs du monde entier puissent être sûrs que les aliments qu'ils consomment répondent aux normes de sécurité et de qualité convenues, quel que soit leur lieu de production.

Une fois que le JECFA constate qu'un additif alimentaire peut être utilisé sans risques pour la santé, le niveau d'utilisation maximal est fixé dans la Norme générale Codex pour les additifs alimentaires. Puis des réglementations alimentaires nationales seront mises en œuvre pour permettre l'utilisation effective de l'additif. (**web3**)

9. Conclusion

En somme, il est clair que l'utilisation d'additifs alimentaires est devenue quasiment inévitable à l'ère moderne de l'industrialisation alimentaire. En effet, ces derniers présentent de nombreux avantages quant à la conservation, la modification et la décoration des aliments notamment.

Néanmoins, leur utilisation n'est pas sans risque ces car ce sont des produits chimiques qui nécessitent une étude approfondie avant utilisation et une surveillance accrue après consommation. Il est également important de contrôler strictement leurs utilisateurs et s'assurer qu'ils respectent les conditions établies par les spécialistes.

Chapitre 2 généralités sur les propriétés de surface

1. Introduction

L'étude des surfaces est particulièrement importante car tout liquide ou solide, interagit avec son environnement. La surface est définie comme la partie "externe" d'un tel liquide ou solide. Il est à noter que les atomes de surface ont un rapport de coordination moins complet que ceux se situant au cœur du système. Les atomes de surface ont des propriétés très particulières. En effet, seules quelques couches atomiques de surface sur une épaisseur de d'environ 20 angströms ont un rôle physico-chimique. (Henini, 2017)

La recherche les concernant joue un rôle important dans les domaines de la pétrochimie, de la biologie, de la catalyse hétérogène et électronique. (Henini, 2017)

Surface : La partie externe d'une masse, la délimitant en tout sens et qui est directement accessible.

Interface : Aire de délimitation située entre deux phases adjacentes, elle sépare :

- deux états pour d'un même corps pur.
- des composés différents non miscibles. (Kouras, 2018)

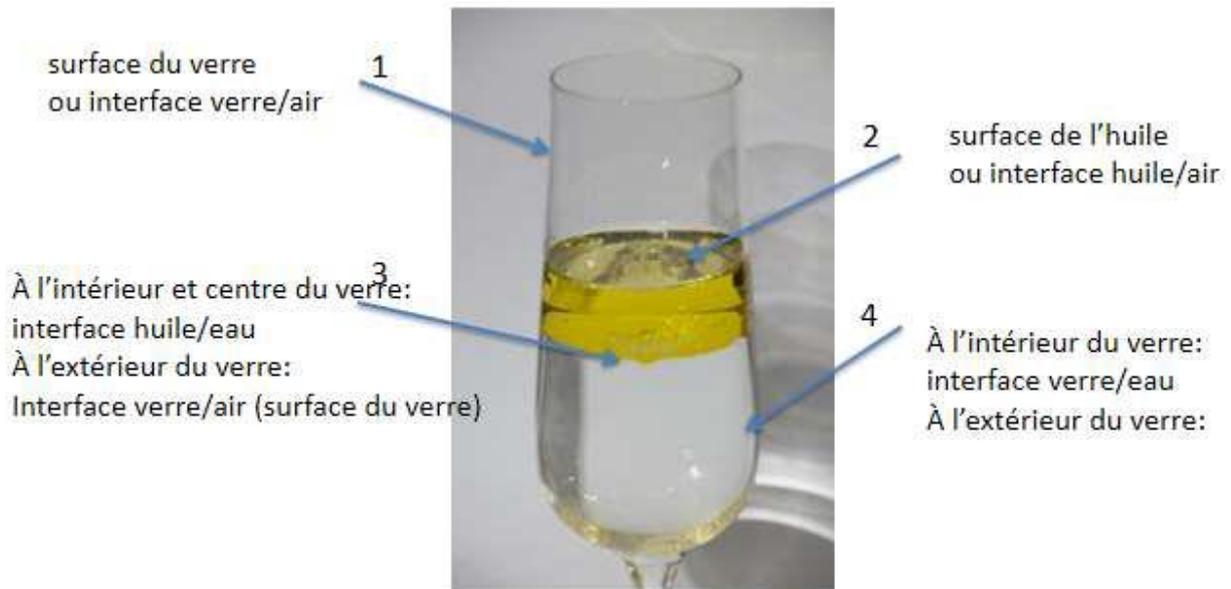


Figure 2.1 surfaces vs interfaces (Safer, 2016)

2. Tension superficielle et énergie de surface

La tension superficielle est la force à la surface qui existe entre un liquide et un gaz. Les molécules sur les surfaces préfèrent être entourées de leurs homologues, et ce système tend à minimiser la surface de contact entre les deux milieux.

Cette force peut être altérée par des molécules appelées tensioactifs, qui réduisent l'énergie de surface entre ces deux médiateurs. Pour mesurer la tension superficielle, il existe différentes méthodes, y compris la méthode de la montée ou de la chute pendante, qui peuvent mesurer avec précision les changements de tension superficielle au fil du temps et peuvent obtenir des informations supplémentaires sur les tensioactifs. (**Hutin, 2019**)

2.1. Mise en évidence

Différents exemples illustrent les effets de phénomènes superficiels :

Bien que l'acier soit plus de 7 fois plus dense que l'eau, une aiguille à coudre ou un trombone peut être placé à la surface de l'eau sans couler au fond du récipient.

Certains insectes se déplacent sur l'eau comme s'ils glissaient sur une membrane souple.

Le ménisque est observé au bord de la verrerie (verre, pipette, récipient, etc.) contenant du liquide.

Lorsqu'un milieu poreux ou un tube très fin (capillaire) entre en contact avec un liquide, le liquide va remonter dans le milieu.

Les gouttelettes posées sur une surface horizontale ne s'étalent pas, mais ont une forme ovale...

Tous ces exemples s'expliquent par l'existence d'une force complémentaire à la force liquide : la tension superficielle. (**Bourahla, 2020**)

2.2. Origine des forces de tension superficielle

En surface, les molécules liquides entrent en contact avec les molécules gazeuses situées au-dessus, beaucoup moins attractives. C'est pourquoi les molécules de surface concentrent leurs forces sur les molécules qui les entourent. Une liaison très cohésive se forme, créant un film élastique. Par conséquent, pour augmenter la surface de l'agglomérat, il faut travailler sur l'attraction vers

l'intérieur. (Kouras, 2018)

Par conséquent, l'énergie des molécules de surface est supérieure à l'énergie des molécules de la matière, et les molécules qui composent juste la surface de l'objet sont dans une phase différente du reste de la matière.

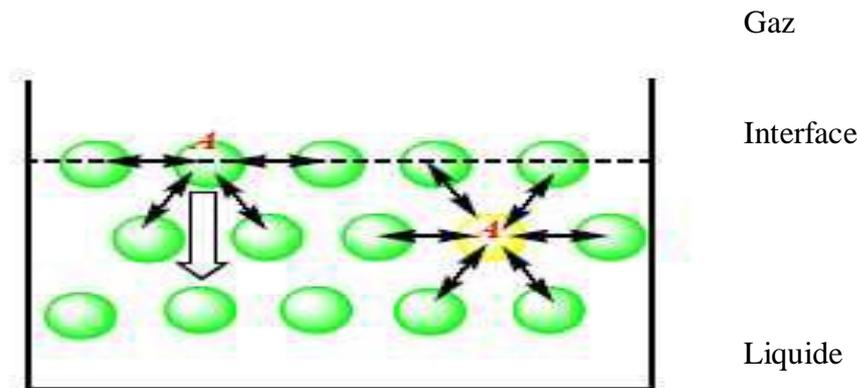


Figure 2.2. Distribution anisotrope des forces d'attraction subies par les molécules à la surface et à l'intérieur d'un liquide. (Kouras, 2018)

Les molécules dans la région interne du liquide sont des objets partagés par d'autres molécules.

En moyenne, nous observons la même attractivité dans toutes les directions.

Les couches de surface sont soumises à différentes forces d'attraction des couches internes et des milieux adjacents. D'où la présence de molécules de liquide sur la surface de séparation liquide-gaz.

Les couches superficielles sont plus attirées par les molécules de gaz ; leur composante se retrouve ainsi déséquilibrée, provoquant des tensions. (Kouras, 2018)

Les molécules à la surface du liquide sont attirées vers l'intérieur. Par conséquent, ce dernier aura tendance à avoir la plus petite surface, ce qui correspond à un état d'énergie minimale. C'est pourquoi les petites gouttelettes affectées par les forces de surfaces sont sphériques.

On dit que les liquides sont soumis à une tension superficielle. Cela explique également que tout liquide diminuera spontanément c'est ainsi que se forment les gouttelettes et les bulles. En effet la forme sphérique a le rapport surface/volume le plus faible. (Kouras, 2018)



Figure 2.3. Gouttelette sphérique (Safer, 2016)

2.3. Conséquence de la distribution anisotrope des forces d'attraction

- La superficie pour entre l'air et le fluide est alors réduite au maximum : situation énergétique la plus favorable.
- Le comportement des molécules de la superficie s'apparente à la présence d'une pression extérieure.
- Le volume de ce corps tend à diminuer le en se déformant tel qu'une membrane élastique enveloppant ce dernier
- Au contraire, afin de majorer l'aire de la surface de contact, il est nécessaire d'appliquer une force et de réaliser un travail proportionnel à l'augmentation de surface souhaitée. La tension superficielle se traduit par l'augmentation d'énergie lorsqu'une particule est déplacée de l'intérieur vers la surface et voit l'effectif des premières molécules adjacentes diminuer.
- La résultante des forces inhibe le passage des molécules de la superficie vers l'air.

Ainsi, la tension superficielle correspond à une force de cohésion qui abaisse au maximum l'effectif de molécules à la surface. Ceci créé une sorte d'enveloppe imperceptible qui occupe une très petite surface.

De fait, nous comprenons que la tension superficielle se rapporte à la force de la couche superficielle d'un liquide. Elle se définit également en termes d'énergie, telle que la différence d'énergie entre une particule à la surface d'une phase condensée (liquide) est celle qu'elle atteindra si elle passe de l'intérieur de cette phase.

Dans l'environnement l'eau est le fluide (à l'exclusion du mercure) ayant la tension superficielle la plus élevée. A température ambiante la tension superficielle de l'eau est de 72,8 mN/m. (Safer, 2016)

Il existe d'innombrables exemples pour visualiser l'existence de ce phénomène. Un des plus évident consiste à:

Former une goutte d'eau à la fin d'un capillaire puis la tension superficielle empêche les gouttelettes de se séparer et de tomber jusqu'à ce que le poids de la gouttelette devienne plus important que la tension superficielle.

Cela explique donc l'implication de la tension superficielle dans la cohésion du liquide et la forme sphérique des gouttes.

Certains insectes, comme les gerris, ont la capacité de "marcher" sur l'eau, mais surtout Spectaculaire avec le basilic, divers petits lézards en raison de sa cohésion pour celle-ci. (**Kouras, 2018**)



Figure 2.4. Faculté de certains insectes à marcher sur l'eau. (**safer, 2016**)

De plus, bien que l'acier soit sept fois plus dense que l'eau, nous pouvons observer la possibilité de placer des aiguilles à coudre, des lames de rasoir ou des pièces de monnaie sur l'eau sans que le liquide puisse fuir au fond du récipient. (**Kouras, 2018**)



Figure 2.5. lame de rasoir ou une pièce de monnaie sans qu'elle ne coule au fond du récipient. (**kouras, 2020**)

3. Aspect thermodynamique des phénomènes de surface

Lorsque l'étude thermodynamique d'un système implique des phénomènes de surface, la tension superficielle dans l'échange de travail entre le système et le monde extérieur doit être considérée. En fait, ces forces existent toujours car tout système est composé de phases délimitées par d'autres surfaces ou interfaces. (Kouras, 2018)

En règle générale, ces forces contribuent de manière négligeable aux propriétés thermodynamiques du système global par rapport à la pression. La situation est différente lorsque la surface de la phase devient plus grande par rapport à son volume, c'est-à-dire. Si l'on considère qu'une phase est très dispersée dans une autre (émulsion, brouillard, mousse, etc.) ou dispersée en une couche très fine. Dans ce cas, nous étudions les propriétés de la phase proche de la surface qui la confine. Le système correspondant à cette situation est appelé système capillaire. (Kouras, 2018)

Par conséquent, la tension superficielle est définie de deux manières, reflétant exactement le même phénomène :

- Variabilité à l'énergie indépendante sur subdivision à surface.
- Variabilité à la toute puissance sur subdivision à taille. (Kouras, 2018)

3.1. Interface liquide air

Que se passe-t-il dans le cas d'une interface solide la structure moléculaire des milieux air et liquide en ordonnée leurs molécules respectives sont agitées par un mouvement brownien. Ce mouvement implique non seulement le gaz du liquide. Mais aussi, L'interface entre l'appât et le liquide est relativement ouverte à la pression. Et la pression de l'air est transférée au liquide en tous ces points. Pression atmosphérique, donc omniprésente dans le liquide d il y a aussi transfert de masse à l'échelle, moléculaire échange entre l'air et liquide. (web5)

L'interface entre le gaz est le liquide est une surface libre, qui est la pression atmosphérique à la pression ambiante. (web5)

4. grandeurs de surface

L'interface entre deux milieux peut être assimilée à un plan de séparation au sens géométrique. L'interface a une épaisseur de l'ordre du nanomètre, soit plusieurs diamètres moléculaires, et la zone grisée sur la figure représente l'interface. Ses propriétés physiques sont différentes de celles des deux milieux qu'il sépare. (Safer, 2016)

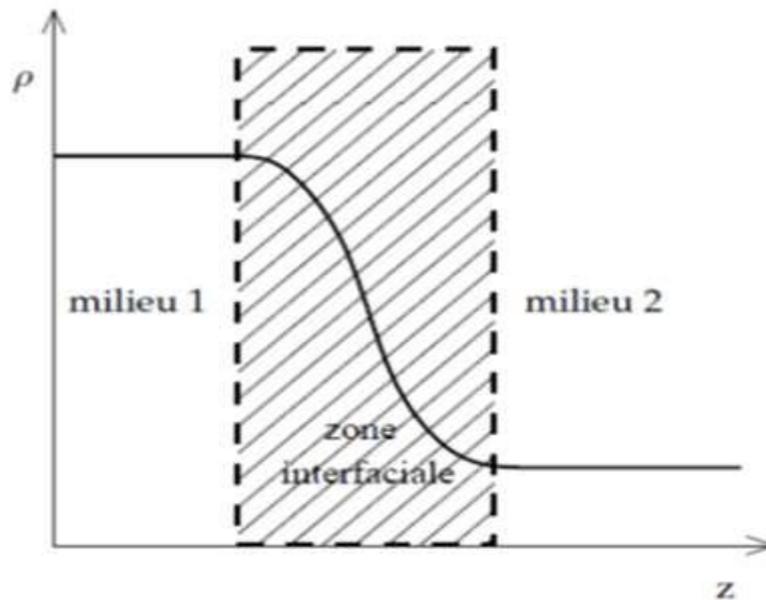


Figure 2.6. Variation de la densité au passage d'un milieu 1 à un milieu 2. La variation a lieu sur une épaisseur finie dans la zone interfaciale. (Safer, 2016)

Gibbs a proposé un modèle thermodynamique qui permet de définir l'interface. Il s'agit de considérer que le système se compose de trois parties : les deux médias et l'interface. Toutes les grandes variables thermodynamiques caractérisant le système peuvent alors être écrites en montrant les termes liés à l'interface. Sa propriété est appelée surface ou excès. Désormais, le terme « surface » sera utilisé comme synonyme d'interface. (safer, 2016)

5. effets de la température sur tension superficielle

En général, la tension superficielle diminue lorsque la température augmente car les forces de cohésion diminuent avec l'augmentation de l'activité thermique des molécules. L'influence du milieu environnant est due à l'action adhésive des molécules liquides à l'interface. (web6)

6. applications des phénomènes de surface

6.1. Expérience de laplace

Laplace a mené la première expérience montrant la relation entre l'électricité et le magnétisme et a ainsi ouvert la voie à l'électromagnétisme. Laplace est célèbre pour l'expérience suivante :

Laplace a installé un circuit électrique composé des éléments suivants : un générateur électrique (un poteau électrique), deux fils de métal, un conducteur en cuivre et un aimant. Ensuite, il a connecté les deux rails métalliques aux pôles du générateur, puis a placé dessus ce fil de cuivre et a placé un aimant près du fil. Après cela, il a allumé le générateur. La seule chose qu'il remarqua lorsque le courant passa, c'est que le fil avait roulé vers l'avant. (**web7**)

Nous savons que la force est la principale raison du mouvement de tout corps. Par conséquent, Laplace s'est assuré qu'il existe une certaine force générée par le courant électrique et le champ magnétique de l'aimant, qui a déplacé le fil, alors Laplace a mis sa loi qui stipule que: "Lorsqu'un courant électrique traverse un conducteur situé à l'intérieur du champ magnétique, ce conducteur se déplace sous l'influence d'une force électromagnétique générée par le courant électrique et le champ magnétique ensemble". (**web7**)

7. méthodes de mesures de la tension superficielle

Pour pouvoir calculer la tension superficielle, il n'y a pas qu'une seule méthode. En fait, il existe différentes façons de dériver la valeur de la tension superficielle. Ces méthodes ne sont pas exactement les mêmes en termes de précision ou de rapidité. (**Henini, 2017**)

7.1. Méthodes de tube capillaire

Il s'agit de la plus ancienne méthode utilisée pour la détermination de la tension superficielle. L'apparition de la tension superficielle à l'interface liquide/gaz a pour conséquence la remontée du liquide dans un tube fin, c'est-à-dire capillaire, qui est généralement en verre. Ce phénomène a été appliqué à la détermination de la tension superficielle du liquide. Pour ce faire, un mince capillaire circulaire est plongé dans le liquide testé. Si les forces d'interaction du liquide avec les parois du

capillaire (adhésion) sont plus fortes que celles entre les molécules de liquide (cohésion), le liquide mouille les parois et monte dans le capillaire jusqu'à un niveau défini. Le liquide mouille les parois et monte dans le capillaire jusqu'à un niveau défini et le ménisque est hémisphériquement concave. (web8)

7.2. Méthodes du pois de la goutte

7.2.1. Méthode des plaques de Wilhelmy

- Cette méthode a été élaborée par Ludwig Wilhelmy. Dans cette méthode, une plaque mince (souvent faite de platine ou de verre) est utilisée pour mesurer la tension superficielle ou tension interfaciale à l'équilibre aux interfaces air-liquide ou liquide-liquide.
- La plaque est orientée perpendiculairement à l'interface et la force qui s'exerce sur elle est mesurée. Le principe de la méthode est illustré à la Fig. 2.7.

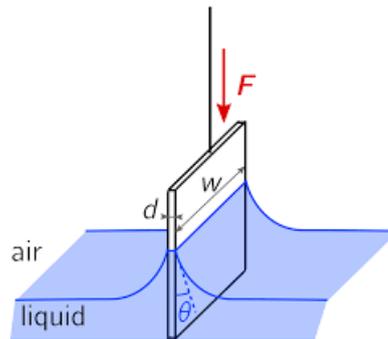


Figure 2.7. Plaque de Wilhelmy (web8)

- La plaque doit être nettoyée soigneusement (dans le cas du platine - dans la flamme d'un brûleur) et elle est fixée à une balance au moyen d'un fil métallique fin.
- La plaque est déplacée vers la surface jusqu'à ce que le ménisque s'y relie.
- La force agissant sur la plaque en raison de son mouillage est mesurée par un tensiomètre ou une microbalance. (web8)

7.2.2. Méthode du stalagmomètre

- La méthode stalagmométrique est l'une des méthodes les plus courantes utilisées pour la détermination de la tension superficielle.
- A cette fin, plusieurs gouttes du liquide qui s'écoulent du capillaire en verre du stalagmomètre sont pesées. le stalagmomètre sont pesées.

- Si le poids de chaque goutte du liquide est connu, on peut également compter le nombre de gouttes qui ont fui pour déterminer la tension superficielle.
- gouttes qui se sont écoulées pour déterminer la tension de surface.
- Les gouttes se forment lentement à l'extrémité du capillaire de verre placé à la verticale.
- La goutte pendante à la pointe commence à se détacher lorsque son poids (volume) atteint la valeur de grandeur équilibrant la tension superficielle du liquide.
- Le poids (volume) dépend des caractéristiques du liquide. (**web8**)



Figure 2.8. stalagmomètre de taube (Kouras, 2018)

7.3. Méthodes de l'anneau de la Noüy

La méthode de Du Noüy utilise l'interaction d'un anneau de platine avec la surface du liquide. L'anneau est immergé sous l'interface en déplaçant la platine où est placé le récipient de liquide. Après l'immersion, la platine est progressivement abaissée, et l'anneau tire vers le haut le ménisque du liquide. Finalement, ce ménisque se déchire de l'anneau. Avant cet événement, le volume (et donc la force exercée) du ménisque passe par la valeur maximale et commence à baisser avant la déchirure proprement dite. (**web9**)

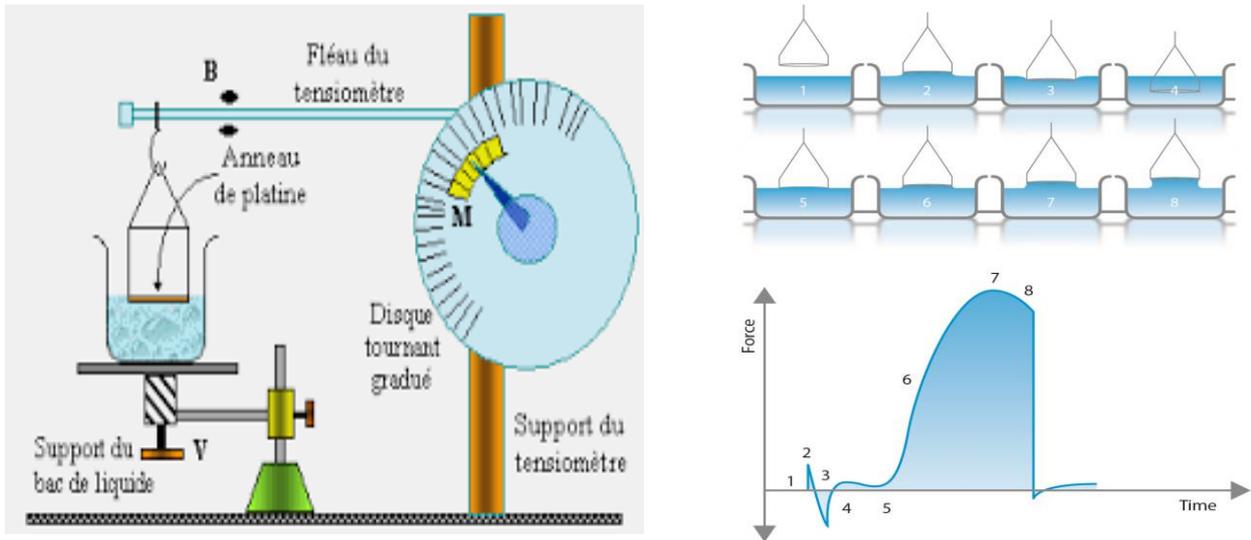


Figure 2.9. tensiomètre de Noüy (web9)

Sur la figure ci-dessus, on peut identifier les différentes étapes de l'expérience :

1. L'anneau est au-dessus de la surface et la force est nulle.
2. L'anneau touche la surface et il y a une légère force positive due à la force d'adhésion entre l'anneau et la surface.
3. L'anneau doit être poussé à travers la surface (en raison de la tension superficielle), ce qui entraîne une petite force négative.
4. L'anneau brise la surface et on mesure une petite force positive due aux fils de soutien de l'anneau.
5. Lorsqu'il est soulevé à travers la surface, la force mesurée commence à augmenter.
6. La force continue d'augmenter jusqu'à ce que
7. La force maximale est atteinte.
8. Après le maximum, on observe une légère diminution de la force jusqu'à ce que la lamelle se brise (ou que l'anneau soit repoussé sous la surface). (web9)

Le calcul de la tension superficielle ou interraciale par cette technique est basé sur la mesure de cette force maximale. La profondeur d'immersion de l'anneau et le niveau auquel l'anneau est élevé lorsqu'il subit la traction maximale ne sont pas pertinents pour cette technique. Les calculs originaux sont basés sur l'anneau de diamètre infini (ou le fil) et ne tiennent pas compte de l'excès de liquide qui est tiré vers le haut en raison de la proximité d'un côté de l'anneau par rapport à l'autre. Aujourd'hui, des facteurs de correction sont couramment utilisés. Pour l'utilisation du facteur de correction, la densité du liquide doit être connue. (web9)

7.4. Méthodes de traction d'une lame verticale

Cette méthode est différente de la méthode précédente. Une lame métallique de masse connue est montée à une extrémité du balancier. Une fois l'équilibre atteint, la lame est retirée du liquide, et à l'aide d'une vis sans fin, le bocal contenant le liquide est lentement soulevé. Lorsque la lame entre en contact avec un liquide, une force d'attraction est créée et la lame s'enfonce dans le liquide. Ensuite, nous devons ajouter du poids à l'autre plateau de la balance pour ramener le fléau à la position d'équilibre. La différence de masse entre ces deux masses mesure la tension superficielle du liquide. (web10)

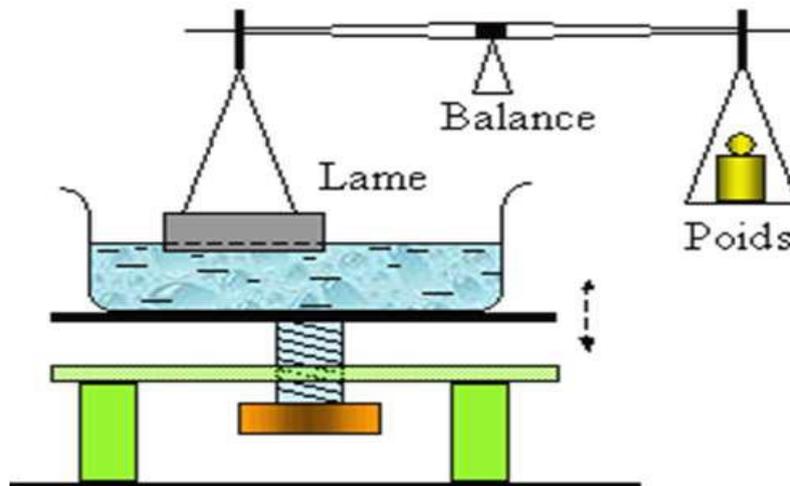


Figure 2.10. La méthode de traction sur une lame (web10)

7.5. Méthodes de la goutte tournante

La méthode de la goutte filante ou méthode de la goutte tournante est l'une des méthodes utilisées pour mesurer la tension inter faciale. Les mesures sont effectuées dans un tube horizontal rotatif qui contient un fluide dense. Une goutte d'un liquide moins dense ou une bulle de gaz est placée à l'intérieur du fluide. Comme la rotation du tube horizontal crée une force centrifuge vers les parois du tube, la goutte de liquide commence à se déformer en une forme allongée ; cette élongation s'arrête lorsque la tension inter faciale et les forces centrifuges sont équilibrées. La tension superficielle entre les deux liquides (pour les bulles : entre le fluide et le gaz) peut alors être déduite de la forme de la goutte à ce point d'équilibre. Un appareil utilisé pour de telles mesures est appelé "tensiomètre à goutte tournante". (web11)

La méthode de la goutte tournante est habituellement préférée pour les mesures précises des tensions de surface inférieures à 10-2 mN/m. Elle consiste à utiliser des fluides à faible tension interfaciale ou à travailler à des vitesses angulaires très élevées. (**web11**)

8. Tensioactifs

De tous les tensioactifs que nous connaissons aujourd'hui, le plus ancien est le savon. Les premiers utilisateurs de savon seraient les Sumériens en 2500 av. Ils fabriquent des pains de savon à partir d'huiles végétales ou animales, de cendres ou de cendres de bois, et d'extraits de plantes aromatiques. L'apparition du savon tel que nous le connaissons aujourd'hui aurait lieu dans la ville italienne de Savone, d'où il tire son nom. Les savons ont été utilisés comme onguents, cosmétiques et remèdes pendant des siècles. Le savon n'a pas été utilisé pour laver les vêtements jusqu'au Moyen Âge. Il restera longtemps un objet de luxe et n'est accessible à tous les budgets qu'au tournant du XXe siècle. En 1916, le premier détergent entièrement synthétique "Nekal a" est né en Allemagne. À partir des années 1950, les savons ont été remplacés par des tensioactifs synthétiques dans les formulations détergentes. Les tensioactifs, tels que nous les connaissons aujourd'hui, sont donc relativement nouveaux. (**zenasni, 2022**)

8.1. Définition

Les tensioactifs sont des molécules organiques amphiphiles comportant deux parties divergentes : une partie polaire hydrophile, qui régule une certaine affinité dans lequel les molécules d'eau ont une préférence d'orientation pour s'échapper. (**zenasni, 2022**)

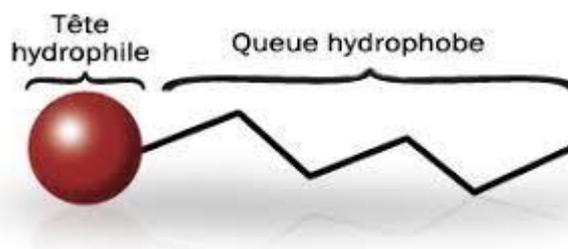


Figure 2.11. structure de tensioactifs (**bourahla, 2020**)

Les tensioactifs peuvent également augmenter la solubilité de certaines matières organiques pratiquement insolubles dans l'eau. Ce phénomène, appelé solubilisation, est dû à l'incorporation de ces matières organiques dans des micelles de tensioactifs, comme indiqué. La formation de ces micelles ne se produit qu'à partir d'une certaine concentration en tensioactif, dite concentration micellaire critique ou CMC. (zenasni, 2022)

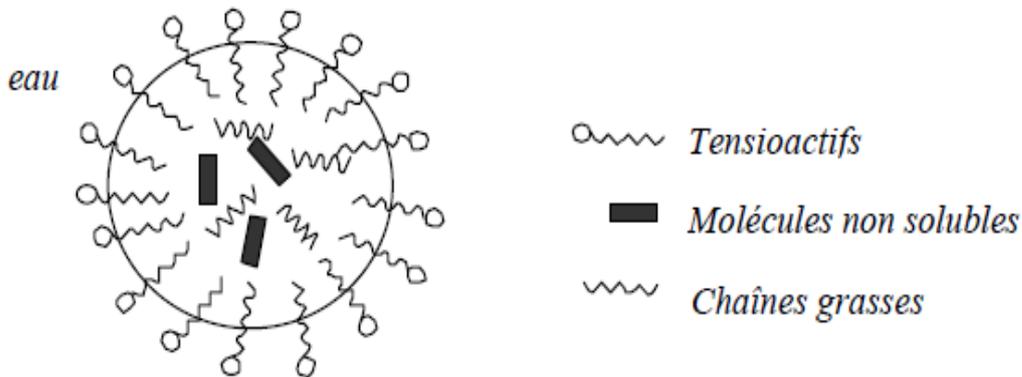


Figure 2.12. Solubilisation de molécules insolubles dans les micelles. (zenasni, 2022)

Ces propriétés sont influencées par plusieurs facteurs, d'une part la nature de la molécule et d'autre part la formulation globale dedans Trouvez le tensioactif, et enfin la température. Des recherches ont été menées pour tenter de corréler les propriétés physiques avec la composition chimique des composés tensioactifs. La longueur de la chaîne lipophile et la nature du groupement hydrophile sont des facteurs très importants. La symétrie de la molécule (qui dépend de la longueur de la queue hydrophobe et peut être modifiée par ramification) joue également un rôle. les gens pensent généralement que :

- Les chaînes courtes de 8 et 10 atomes de carbone confèrent une mouillabilité moléculaire.
- La chaîne moyenne, de 12 à 16 atomes de carbone, confère des propriétés de mouillage moléculaire et de détergence.
- De longues chaînes de 18 à 22 atomes de carbone confèrent à la molécule la capacité de s'émulsifier et de se ramollir. (zenasni, 2022)

8.2. Déférents tensioactifs

Tableau 2.1. Les différents tensioactifs (zenasni, 2022)

Les différents tensioactifs	Leurs avantages	Leurs inconvénients	Utilisé pour les shampooings :
<p>Tête hydrophile chargée négativement</p>  <p>Anioniques</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Très bon pouvoir moussant ➤ Bon pouvoir détergent 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Manquent de douceur ➤ Peu démêlant ➤ Difficiles à coiffer ➤ Propriétés astringentes importantes 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Simples ➤ Pré-permanente ➤ Ils sont souvent associés à d'autres Tensioactifs
<p>Tête hydrophile chargée positivement</p>  <p>Cationiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Présentent une grande affinité avec la fibre capillaire. ➤ Apportent douceur et brillance. ➤ Facilite le démêlage ➤ Pouvoir Bactéricide 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Peu détergents ➤ Peu moussants ➤ Parfois irritants ➤ Tendance à alourdir le cheveu ➤ Pas compatibles avec les TA Anioniques 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Spécifiques ➤ Embellisseurs ➤ Antipelliculaire ➤ Souvent associés avec un TA non ionique ou Amphotère
<p>Tête hydrophile chargée à la fois positivement et négativement</p>  <p>Amphotères</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Très bien tolérés par la peau ➤ Ne pique pas les yeux ➤ Améliore la qualité des cheveux avec TA Cationique 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Parfois, on relève des cas de sensibilisation 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pour bébé ➤ Cheveux colorés ou décolorés Souvent associés avec un TA Anionique
<p>pas de charge</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Les plus respectueux des 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Les plus coûteux 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Usages fréquents ➤ Souvent associés à

 <p align="center">Non ioniques</p>	cheveux ➤ Le plus doux ➤ Bon pouvoir Détergent	➤ Peu moussants	d'autres Tensioactifs
---	--	-----------------	-----------------------

8.3. Classification

D'un point de vue commercial, les tensioactifs sont classés selon leur application. Cependant, la découverte que de nombreux tensioactifs peuvent être utilisés dans plusieurs applications différentes peut prêter à confusion.

Nous avons donc été amenés à classer les tensioactifs selon leur structure moléculaire, ou plus précisément selon le type de dissociation qu'ils subissent dans l'eau. (zenasni, 2022)

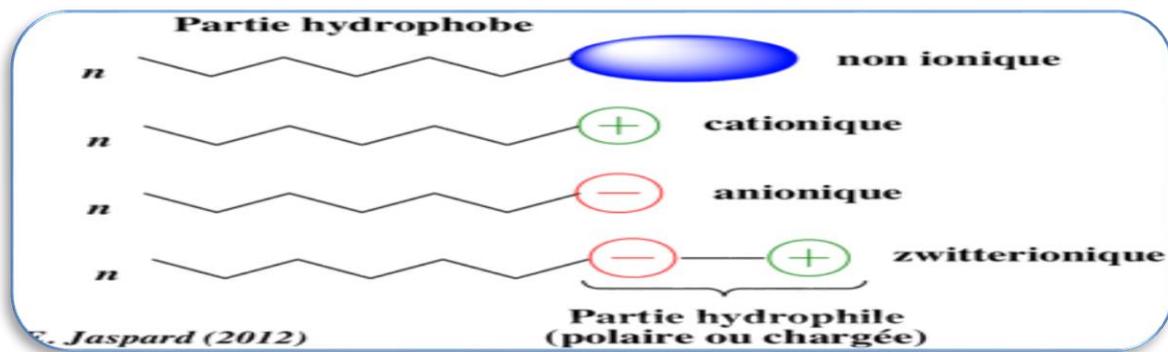


Figure 2.13. Classification tensioactifs selon leur structure moléculaire. (zenasni, 2022)

Tableau 2.2. Classification tensioactifs selon leur structure moléculaire. (zenasni, 2022)

Types de TA	Exemples de tensioactifs	Applications
Non ioniques	➤ Ethoxylates ➤ Alkylpolyglucoside	➤ Emulsifiants ➤ mouillants ➤ non irritants
Anioniques	➤ Savons ➤ Carboxylates	➤ Agents nettoyants ➤ Agents moussants

Cationiques	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Amines ➤ Ammoniums quaternaires 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Adoucissants textiles ➤ Bactéricides shampoing
Zwitterioniques	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bétaines ➤ phospholipides 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Moussants ➤ Détergents ➤ Peu irritants

8.4. Pouvoir Détergents

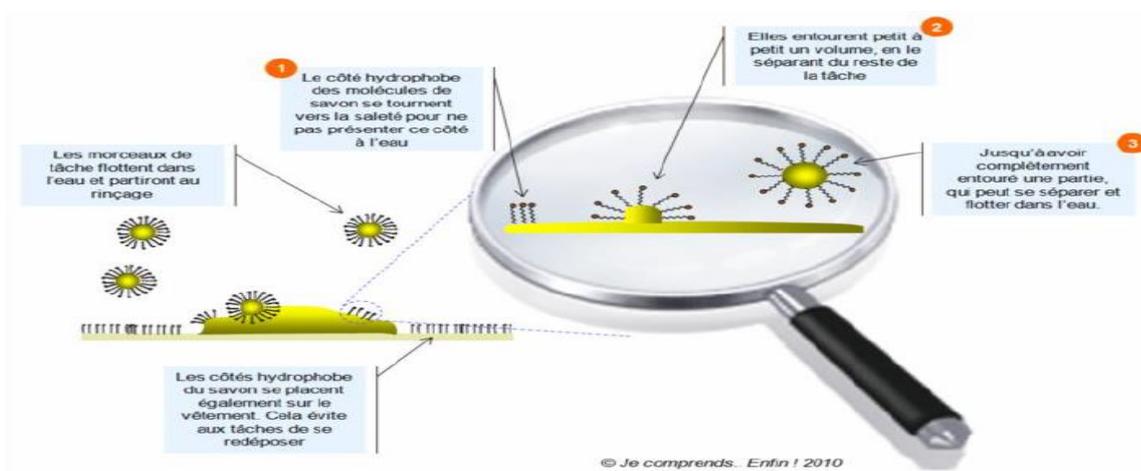


Figure 2.14. Mode d'action des tensioactifs sur les tâches de Graisse déposées sur un tissu (zenasni, 2022)



Figure 2.15. Mode d'action des tensioactifs sur les tâches de Graisse déposées sur un tissu (Zenasni, 2022)



Figure 2.16. Mode d'action des tensioactifs sur les tâches de Graisse déposées sur un tissu
(Zenasni, 2022)

Ce que l'on nomme « pouvoir détergent » d'un tensioactif, se constitue en réalité de 4 actions :

8.4.1. Pouvoir mouillant

Pourquoi est-ce que les brins de laine coulent dans le béccher contenant l'eau et la liquide vaisselle ? En tant que tensioactif, la liquide vaisselle réduit la tension superficielle de l'eau. Ainsi, le mélange pénètre dans les moindres vides de la laine et la mouille jusqu'à ce qu'elle soit complètement immergée dans le béccher. (zenasni, 2022)

8.4.2. Pouvoir émulsifiant

Pourquoi est-ce que des gouttes d'huile apparaissent ?

En tant que tensioactif (comme la lécithine dans la mayonnaise) la liquide vaisselle interfère avec l'huile et la relation entre les fibres qui composent la laine. La laine se désagrège donc peu à peu, puis forme des micelles qui contiennent de petites gouttelettes d'huile. (zenasni, 2022)

8.4.3 Pouvoir dispersant

Pourquoi est-ce que les gouttes remontent à la surface ?

Il est bien connu que les micelles se repoussent. Se repoussent les uns les autres, de sorte qu'ils sont dispersés dans le mélange de liquide de lavage à l'eau. En raison de la densité (l'huile est moins dense que l'eau), ils remonteront à la surface du liquide. (zenasni, 2022)

8.4.4. Pouvoir moussant

Pourquoi est-ce l'eau additionnée de liquide vaisselle mousse si on la remue ?

En secouant l'eau avec le liquide de lavage, l'air s'y dissout plus facilement en raison de la faible tension superficielle. Les bulles qui s'échappent du liquide entraînent alors une couche de liquide pour former de la mousse. (zenasni, 2022)

8.5. Débouchés

Dans de nombreux domaines : additifs alimentaires, céramiques, cuirs, plastiques, métallurgie, mines, papier, peinture, industries pétrolières et autres, routes, textiles... Les produits phytosanitaires et les engrais sont également de gros consommateurs de tensioactifs. Voici quelques exemples d'utilisation de la technologie dans l'industrie :

Cuir : Les différentes opérations réalisées dans le traitement du cuir nécessitent l'utilisation de tensioactifs (agents mouillants et détachants) de propriétés différentes, notamment en préparation du tannage pour mouiller le cuir.

Matières plastiques : Les tensioactifs interviennent dans diverses opérations, notamment dans le procédé de synthèse par polymérisation en émulsion, dans la formulation des plastisols de PVC pour modifier leurs propriétés rhéologiques et enfin comme agents antistatiques.

Métallurgie : Les tensioactifs sont utilisés pour nettoyer et dégraisser les matériaux et sont également utilisés dans les formulations pour les opérations de formage, d'emboutissage et de coupe fine.

Exploitation minière : les surfactants sont utilisés dans la flottation du minerai, une technique utilisée lors de l'enrichissement du minerai. La partie précieuse du minerai à extraire est concentrée dans la mousse de surface obtenue en présence de tensioactifs.

Peintures : Les tensioactifs stabilisent les formulations, favorisent le mouillage des pigments et les maintiennent en suspension. Ils confèrent également des propriétés hydrophobes au dérouillant.

Pétrole : La plupart des opérations de l'industrie pétrolière, du forage au raffinage, nécessitent l'utilisation de divers tensioactifs (anioniques, non ioniques, cationiques).

Produits phytosanitaires et engrais : Les tensioactifs peuvent conditionner les engrais sous forme de granulés pour éviter l'agglutination. Ils mettent également en suspension des principes actifs phytosanitaires en exploitant leurs propriétés mouillantes et dispersantes.

Textiles : Consommer de grandes quantités de tensioactifs, principalement lors des opérations d'encollage ou lors de la lubrification des fibres, mais aussi lors du lavage ou de la teinture selon le type de fibre à traiter. (zenasni, 2022)

9. Conclusion

À partir de ce chapitre, nous avons compris :

- le concept de tension de surface (superficielle) et inter faciale et sa méthode de mesure.
- L'expérience de LAPLACE.
- la structure des tensioactifs, leurs propriétés et leurs applications dans différents domaines.

Chapitre 3 agents anti- moussants

1. Introduction

Les mousses se retrouvent dans de nombreux produits et dans des environnements très divers elles sont souvent utilisées comme d'emballage dans l'industrie agro-alimentaire. On les utilise dans des processus très précis .Par conséquent, il est important de comprendre d'un point de vue pratique quand, pourquoi et comment elles peuvent exister, et former ou ne pas les former, et comment les stabiliser ou les détruire. (web12)

2. mousse

La mousse est une action de rassembler de bulles de gaz distribué dans un liquide, séparées entre eux par des films d'épais ou fin.

2.1. Causes de formation

- Les causes physiques : comme agitation, le liquide utilisé
- Les causes physicochimiques sont composition des milieux, présence d'impuretés organiques et minérales, concentration en éléments tensioactifs ou agents stabilisateurs de mousse, nature des sels minéraux.
- Les causes chimiques formation de gaz par réaction chimique ou biochimique ou décomposition des sels dissous.

Certains facteurs attribuables aux variations de pH, de température et de concentration sont le degré de dispersion ou de solubilité des compositions organiques ou inorganiques et un facteur indiquant une excellente aptitude à la fabrication de mousse. (Reynal, 2009)

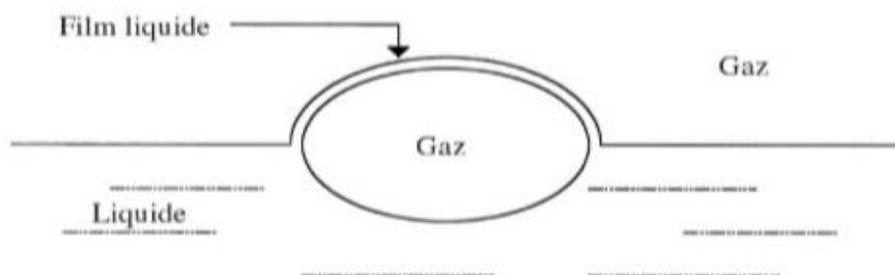


Figure3.1. Mousse de surface-Bulle unitaire. (Reynal, 2009)

La figure 3. 1 montre une bulle unitaire à la surface d'un liquide : un ménisque définit le volume du gaz sur la face interne et un film liquide en forme de calotte sphérique plus ou moins tronquée, sépare la bulle de coté gazeux.

Le film constitutif de la calotte sphérique comporter deux parois, paroi intérieur et paroi extérieur, chacun se compose par :

Une couche mono moléculaire constituer un film liquide plus ou moins épaisseur.

L'épaisseur du film est diffère selon la nature des agents moussants ; elle est en générale entre 2 et 50 μ m. La stabilité de la mousse compté sur la résistance des deux parois externe et interne. **(Reynal, 2009)**

2.2. Différent sort de la mousse

Il ya deux sortes de mousse :

2.2.1. Mousse sphérique ou occluse

Il n'est pas toujours facilement détectable, surtout lorsque le diamètre des bulles unitaires est très petit.

L'examen de la mousse sphérique apparait qu'il n'y a qu'une seule surface limite la séparation entre les phases liquide et gazeuse. Ainsi, une bulle unitaire peut être comparée à un gout d'huile dispersée dans l'eau au sein d'une émulsion.

Si l'on ignore la pression hydrostatique, alors les pressions interne et externe entre le gaz et le liquide sont identiques et le système est en équilibre. Lorsque la bulle de gaz dispersée est très petite, sa stabilité augmente. Il ne peut être détruit qu'en augmentant son volume en le recombinaut avec les bulles qui l'entourent, ce qui entraîne son expulsion du milieu vers la surface différence de densité entre le liquide et le gaz dispersé ou entre le liquide et sa vapeur dans le cas de ébullition (principe d'action de l'anti mousse sur la mousse occluses). **(Reynal, 2009)**

2.2.2. Mousse polyédrique ou superficielle

La mousse polyédrique est formée des bulles de gaz séparées entre eux par des fin lamelles liquide qui sont réunis par des lignes de contact, dit bordure de plateau.

En, général, la présence des liquides purs ne donnent pas une mousse stable, Il est essentiel, pour stabiliser la mousse, sauf que le milieu contienne des composés amphiphiles qui sont hydrophobe et hydrophiles.

La partie polaire hydrophile ionisée est soluble dans l'eau. La partie non polaire (chaîne alpha) est insoluble et rejette à la surface du liquide la partie hydrophile.

Lorsque ces produits sont introduits dans l'eau, la partie hydrophile est à la surface eau/gaz, et la chaîne hydrophobe sort sous forme liquide, et se trouve verticalement à la surface entourant les deux phases. **(Reynal, 2009)**

3. Mécanismes de destruction des mousses

Pour diminuer les mousses, plusieurs moyens sont à la disposition des fabricants :

Au début, en empêchant l'introduction de gaz dans les environnements considérés, ce qui provoque le dégagement gazeuse, en faisant des variations dans les valeurs des pH de façon à changer le degré de dispersion des impuretés organiques ou minérales, ensuit favorisant leur stabilisation, en diminuant les différences de niveaux, en réduisant les agitations, en évitant l'emploi de pompes défectueuses, les turbulences, en utilisant des conduit épais et profonds en bas, en déformant la nature des colloïdes présents ou en changeant leur concentration, en empêchant l'évolution des composés capables de cause des dégagements gazeux. **(Reynal, 2009)**

Parmi les moyens mis à la disposition du praticien pour détruire les mousses lorsque 'elles sont produites, on peut organiser le classement suivant :

3.1. Moyens mécaniques

- Casser la mousse
- Déposez le liquide sous une forme dispersée
- Moyens thermiques (**Reynal, 2009**)

3.2. Moyen thermiques

Surface chaude (cela conduit à une augmentation de la pression de bulles internes, faible viscosité, augmentation du taux d'exécution des chocs moléculaires. (**Reynal, 2009**))

3.3. Moyen chimiques et physicochimiques

- changement des valeurs de ph
- emploi d'électrolytes
- emploi d'agents anti mousses

L'agent anti mousse est meilleure application grâce à sa facilité d'utilisation, de sa rapidité d'action, de l'investissement limité qu'il offre et surtout le faible nombre d'inconvénients qu'impliquent toujours les conditions physicochimiques variable des environnements. L'agent anti mousse est parfois appliqué simultanément avec des moyens mécaniques ou thermiques. (**Reynal, 2009**)

3.4. Anti mousse

Les substances anti-mousses doivent avoir des propriétés différentes pour réduire les films interfaciaux ou pour modifier significativement leur stabilité. De plus, il doit avoir une capacité d'étalement très élevée sur la surface des agents moussants avec une tension interfaciale considérée relativement faible. Les agents moussants peuvent agir de diverses manières. (**Reynal, 2009**)

3.4.1. Formation d'un complexe avec le ou les agents tensio-actifs responsables de la formation de mousses

Ce complexe peut être de différentes formes.

3.4.1.1. Formation d'un complexe irréversible

Un produit anionique a un impact anti mousse sur une solution d'agents moussants cationiques, de même qu'un agent cationique a un impact anti mousse sur solution d'agents moussants de caractère anionique. (Reynal, 2009)

3.4.1.2. Formation d'un complexe labile

L'effet des agents moussants anionique, dans certains condition et à certain concentration, est susceptible de dégrader la mousse. Les mousses d'un milieu renfermant des agents moussants à caractère non tonique et, inversement, certains éléments anti mousses non-ioniques peuvent agit d'une façon efficace sur des solutions d'agents moussants à caractère anionique. Les non ioniques dans l'eau donnent des ions poly oxoniums de caractère légèrement cationique dont la stabilité est liée par la présence d'un agent de caractère anionique. (Reynal, 2009)

3.4.2. Formation d'un film superficiel à la surface du liquide

La formation d'un film superficiel devant des phases liquides solides gazeuses, peut modifier significativement l'aspect et la stabilité de la mousse.

Deux mécanismes d'action sont possibles :

- étalement d'un film superficiel qui absorbe l'agent tensioactif pour former une surface eau/air inactive.
- diffusion d'un film superficiel susceptible pour rejeter à l'intérieur de liquide l'agent tensioactif, diminution de sa concentration en surface qui entraîne la disparition de la mousse. (Reynal, 2009)

3.4.3. Mécanisme d'action de l'anti mousse

Le point d'introduction des anti-mousses doit être judicieusement choisi, c'est mieux avant le lieu de formation des mousses ou juste avant l'endroit où la présence de mousse est un peu souhaitable.

Trois cas peuvent se présenter pour le mode d'action d'un anti mousse :

Additionner l'agent anti mousse dans des quantités très importantes pour apaiser la couche superficielle de Gibbs, ce qui mène à des consommations prohibitives.

Modifier les propriétés de la couche de Gibbs par déformation.

Bouger l'élément moussant de telle manière que les propriétés de la couche de Gibbs ne dépendent plus que de l'anti mousse.

Pour être anti mousse, une entité chimique quelconque doit modifier les propriétés du film, soit en abaissant la viscosité de l'eau intercalaire, soit grossissement de degré d'écoulement ou agir une concentration à un point donné des molécules actives présentes. (Reynal, 2009)

La figure3.2 schématise un des mécanismes simplifiés de l'action d'un anti mousse Mais, il faut considérer que, si un agent anti mousse doit présenter une action sur la mousse superficielle, il n'est pas toujours obligatoire qu'il agisse sur la mousse occluse (fermentation aérobie).

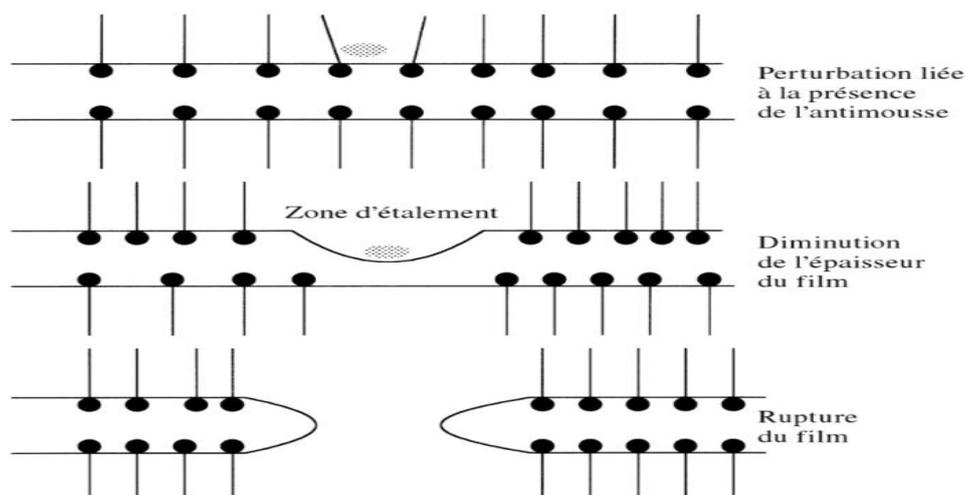


Figure3.2. Rupture de la double couche de Gibbs. (Reynal, 2009)

❖ Désaération des milieux :

Certains agents anti mousses incitent le dégazage des milieux soit en produire un effet sensible sur la concentration en gaz dissous, soit en supportant l'agglomération rapide des bulles ou des microbulles gazeuses diffusées dans le milieu et qui sont rejetées à la surface du liquide par différence de densité (figure 3.3).

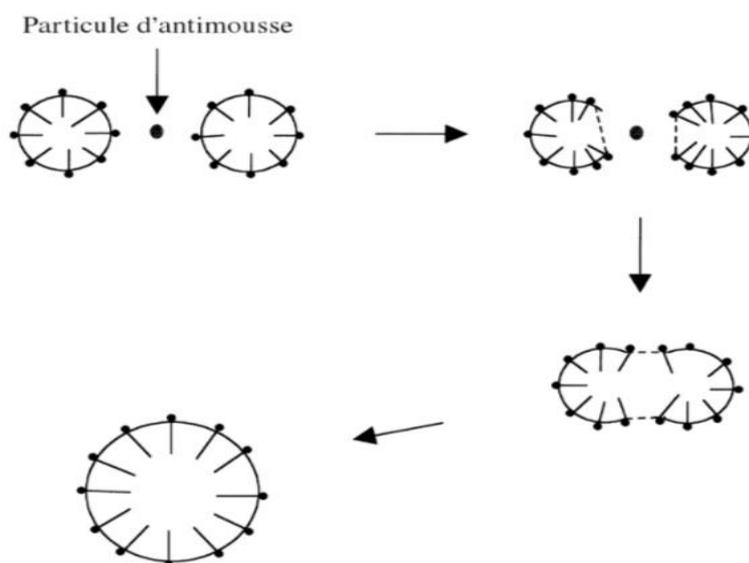


Figure3.3. Désaération par regroupement des bulles unitaire. (reynal et multon, 2009)

Lorsqu'une micelle d'agent anti mousse entre en contact avec la surface de film limitant une bulle, il y a production d'une région de plus haute densité moléculaire concentrique qui change le milieu des molécules constituant le film en limitant son épaisseur à un tel point que sa tension propre motive la rupture.

La désaération peut être aussi un défaut majeur pour plusieurs milieux, c'est dans le cas des fermentations aérobies. (reynal et multon, 2009)

❖ Concentration micellaire critique :

Les agents anti mousses, comme tous les agents tensioactifs, ont une concentration micellaire critique, c'est une concentration en tensioactif dans un milieu au-dessus de laquelle des micelles forment

spontanément et le produit n'augmente plus les propriétés du milieu .c'est une caractéristique importante d'un tensioactif pur en solution.

La concentration micellaire critique est à cause des études conductimétrique ou pratique ce qui concerne son fonctionnement. La concentration micellaire critique est présent un poids, généralement est 1% en poids pour les solutions moléculaire ment dispersées. (**reynal et multon, 2009**)

❖ Biodégradabilité (temps de vie) :

Le temps d'action de l'anti mousse agit selon le type et la qualité de produit, et son temps de vie dans le milieu considéré, il peut être à action rapide ou lent.

La durée de vie de l'anti mousse est étroitement liée à l'effet des réactions chimiques ou biochimiques qui correspond des modifications selon la nature du produit, dues à la nature du milieu avec lequel il est en contact.

En effet, on recherche des antis mousses biodégradables, cela est du à la facilité de consommation par les microorganismes présents lors du traitement des rejets. Plusieurs, émulsifiants, détergents et agents mouillants ne se biodégradent pas facilement. C'est l'effet de l'apparition de mousses spectaculaires rencontrées sur de plusieurs cours d'eau. (**Reynal, 2009**)

3.4.4. Importance de l'aération dans les procédés de fermentation

L'importance de l'aération dans les procédés de fermentation aérobie est un intérêt important dans laboratoire et dans les procédés de fermentation industrielle. L'aération est une incidence forte sur la fermentation, fournir les besoins aux micro-organismes, l'oxygène nécessaire à leur activité métabolique correspond à l'augmentation du besoin énergétique nécessaire au bon fonctionnement.

Dans la plupart des cas, les agents anti-mousse agissent comme une désaération et fonctionnent en réduisant considérablement le coefficient de transfert d'oxygène par accumulation de microbulles unitaire (phénomène d'agglomération). (**Reynal, 2009**)

3.4.4.1. Mesure de la variation du coefficient de transfert d'oxygène par la méthode dynamique d'Humphrey

La variation du coefficient de transfert d'oxygène exprime la différence de comportement du milieu de culture en présence d'anti mousse par rapport à un milieu témoin.

Si cette différence entraîne une diminution du coefficient de transfert d'oxygène en présence d'anti mousse, alors ce dernier aura un effet défavorable sur la croissance des microorganismes, ce qui est très inhibiteur. (Reynal, 2009)

Cette méthode à certain bénéfice, en fait elle ne nécessite qu'une seule mesure, celle de l'oxygène dissous .un profil type est donné en figure3.4

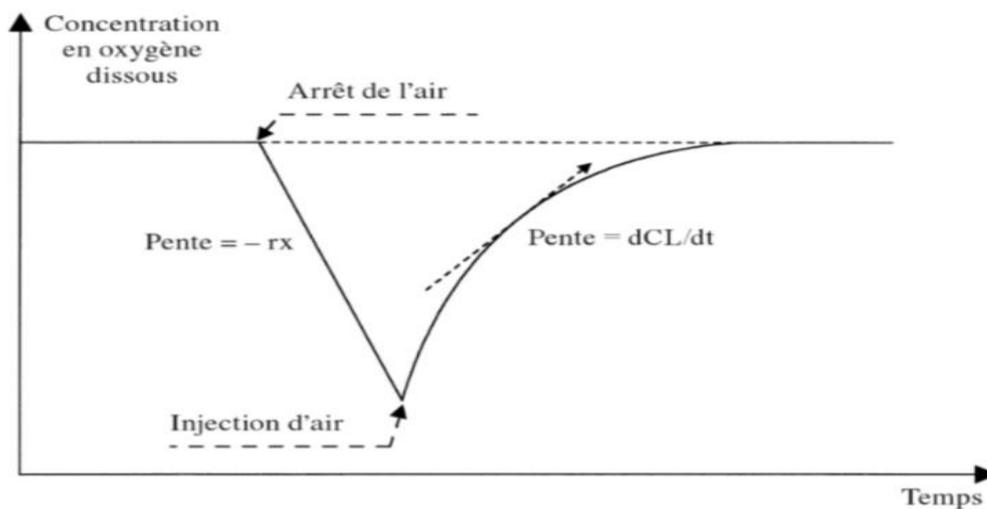


Figure 3.4. Variation de la concentration d'oxygène dissous en fonction du temps selon la méthode d'Humphrey. (Reynal, 2009)

Cette méthode est a grand intérêt permet de faire des mesures de **K_{la}** en cours de fermentation, mais il faut raccourcir l'aération de surface due à la dissolution de l'air au-dessus du fermenteur (en purgeant avec un gaz inerte).

L'importance de l'agent anti moussant utilisé dans les procédés fermentaires aérobies est empêchement la formation de mousse dans un milieu de fermentation.

Le type de produit est affecté sur la mousse superficielle. Eliminer oxygène qui reste par désaérateur, en quantités faiblement toxiques sur le micro organismes, un milieu souvent difficile à trouver.

Problèmes de toxicité liés l'emploi des antis mousses dans les bioréacteurs :

Ces substances est un effet inhibitrice minimal sur le pouvoir de micro-organisme en culture, ce qui permet d'exercer son activité sans aucun obstacle.

Contrairement aux huiles naturelles, les polymères de polyalkylène glycol et de silicone utilisés comme anti mousses ne sont pas métabolisés par les micro-organismes. L'utilisation de polymères de bas poids moléculaire doit être évitée parce qu'il présente un risque de pénétration l'enveloppe cellulaire. Les polymères anti mousse peuvent également être adsorbés sur les parois cellulaires et provoque la détérioration des échanges de substance et d'énergie entre les cellules et leur milieu, ce qui donne une diminution de la synthèse d'oxygène. (Reynal, 2009)

3.4.4.2. Méthodes d'étude de la toxicité

Comme il n'existe pas d'anti mousse universellement efficace, afin de choisir un anti mousse adapté à un type de fermentation, il faut connaître au début son efficacité et son niveau de toxicité.

Si l'anti mousse est toxique pour les cellules en mesurant la quantité de biomasse microbienne contenue dans les microorganismes elle constitue un indicateur précoce de la matière organique qui réagit rapidement à la modification favorable ou défavorable du milieu.

Pour maintenir la bonne productivité il faut rechercher le bon développement des micros – organisme.

L'utilisation de colorants et de marqueurs aussi les boîtes de Pétri pour la mise en culture de microorganisme et faciliter la manipulation, ce qui permet augmente le taux d'efficacité cellulaire associé à l'utilisation d'anti mousse.

Pendant la fermentation, le microorganisme va consommer les substrats disponible pour une prolifération et augmentation du nombre des cellules ce qui permet l'obtention de la biomasse et la sécrétion des produits de fermentation dits métabolite. La connaissance de la quantité de

métabolite après culture en présence d'anti mousse permet de découvrir le stade développement de l'anti mousse. (Reynal, 2009)

4. Agent anti mousse

L'anti moussants sont des produits bien connu dans des divers procédé industriels .Son rôle est dans d'augmentation la qualité et efficacité des produits finis.

Le contrôle et la réduction du niveau de mousse augmenter le rendement des processus de production.

L'anti moussants alimentaires de ont divers d'applications, comme : huiles et graisses pour frire, traitement de légumes surgelés, frais ou traité, Confitures, Céréales, Soupes, sauces, produits aux protéines, Boissons aromatisées. (web13)

Tableau.31. Principales entités chimiques constitutives des agents anti mousses. (Reynal, 2009)

classe	Nature de composé	Exemple d'entités chimique
Corps gras	Glycérade et acéride d'acide gras saturés et insaturés	Huiles, graisses animales et végétales, acides gras de même origine
émulsifiants	Corps gras sulfatés et sulfonés. Composes non ioniques	glycérides et cérides sulfatés, polyesters oléiques sulfatés et sulfonés. Mono-esters d'acides gras et de polyéthylèneglycol de différents poids moléculaire (200 à 1 000)
hydrocarbure	Huiles aliphatiques et paraffiniques	Huile de vaseline codex. Solvants dés aromatisés
ester	Glycérides partiels. Esters de polyols	Monoglycérides d'acides gras. Esters gras de triméthylol propane, de pantaerythritol, Sucroglycérides, etc.
polymère	Polypropylèneglycol. Polyalkylèneglycol Silicones	Copolymères d'oxydes d'éthylène et de propylène, condensés sur un alcool et/ou estérifiés par un acide gras.

		Diméthyle polysiloxane, etc.
--	--	------------------------------

Les chaînes mono-insaturées, telles que les chaînes oléique (C.18 1 =) et érucique (C.22 1 =).

Sont des lipides ont double liaison entre deux atome, sont et le plus utilisé dans le domaine biologique

Les nouvelles huiles végétales riches en acides mono-insaturés présentent un intérêt trop important.

En sucrerie, distillerie, et fermentation biochimique, l'utilisation de corps gras sous forme d'émulsion pour réduire certain exceptions néanmoins pour la levurière.

Les corps gras alimentaires les plus utilisé l sont : les huiles de lard, de soja, de colza, de coprah (huile de coco), de palmiste, le suif. (Reynal, 2009)

4.1. Dérivés de corps gras

De nombreux dérivés de lipides, qu'ils soient produits sous forme de résidus ou issus directement de la transformation de lipides d'origine animale ou végétale, sont souvent utilisés comme agents anti-mousse, soit en l'état, soit dispersés sous forme d'émulsifiant eau dans huile ou huile dans eau sont toujours deux liquide qui ne se mélangent pas mais grâce a des opérations spécifique adopter une forme homogène. (Reynal, 2009)

4.1.1. Moellon et les dégras

Le moellon se trouve sous la forme d'une émulsion eau dans huile, la partie grasse étant constituant d'acides gras oxydés.

C'est un résidu graisseux ,on appelle dégras, association du moellon avec des corps gras d'origine animale suif, petit suif, huile de morue, et huiles de poisson, auxquels sont ajoutés parfois des huiles minérales ou de vaseline.

Le moellon et les dégras ont un potentiel hydrogène (ph) neutralisé grâce à des bases alcalines ou de l'ammoniaque (moellon neutralisé) ces produit sont utilisé au lavage des plantes ou végétales (confiserie et féculerie). (Reynal, 2009)

4.1.2. Huiles sulfatées

De nombreuses huiles (triglycérides ou cérides) sont d'origine végétale ou animale. Insaturées, il peut être facilement sulfaté par l'action de l'acide sulfurique sur les doubles liaisons des chaînes grasses.

Les doubles liaisons se trouvent au centre des chaînes grasses (acides ou alcool gras). (Reynal, 2009)

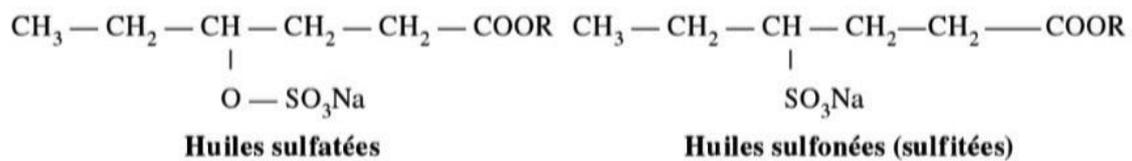


Figure 3.5. structure d'huile sulfatée (Reynal, 2009)

Certaines huiles, telles que l'huile de ricin formée par un acide gras hydroxylé (acide ricin oléique), sont sulfatées sur le groupement hydroxyle sans modifier l'insaturation de la chaîne grasse, ce qui résulte un bon pouvoir anti moussant. Les sulforicinate est un acide obtenu par action ménagée de l'acide sulfurique sur l'huile de ricin. (Reynal, 2009)

4.1.2.1. Glycérides partiels

Généralement, les glycérides partielles sont des mono glycérides ou di glycérides à des chaînes courtes fortement polaires à longue chaîne, ayant une valeur calorique élevée et produit deux fois plus énergie.

Certains glycérides partiels mono- et di glycérides qui sont des mélanges de mono-, de di- et de triglycérides avec hégémonie selon les cas, de mono- ou de di glycérides, intervenir dans la formation d'agents anti mousses.

Les glycérides partielles, pris de la réaction des acides gras sur le glycérol ou du glycérol sur les triglycérides, ont été montrées comme élément de diverses formulations. **(Reynal, 2009)**

4.1.3. Alcools gras

Les alcools sont des molécules qui présentent un groupement un groupe c-oh, le carbone lie ou hydrogène par laissons simples.

Les alcools linéaires, tels que l'alcool octylique (8 atomes de carbone) ou le dodécanol (12 atomes de carbone), chaîne carboné linéaire chaque atome de carbone lié à un ou deux atome c sans formé un cycle, sont des alcools nécessaire en fermentation, comme agents anti mousse.

Son travail lié à la présence du groupement hydrophile et à leur faible tension superficielle. Ils trouvent aussi des utilisations comme ingrédients complémentaires dans la formation d'agents anti mousses.

Les alcools acétylénique à chaîne courtes, tels que les 3,6 diméthyle, 4 octane ,3,6 diols possède pouvoir anti mousse efficace sur les détergents anionique et non in ionique.

Le détergent anionique contenant une longue chaîne carbonée (tête hydrophile chargé négativement et queue hydrophobe). **(Reynal, 2009)**

4.2. Condensats d'oxydes d'éthylène et /ou de propylène

Condensant d'oxyde d'éthylène et/ou de propylène La variété de ces composés est pratiquement illimitée, et il existe une infinité de combinaisons possibles. Sa toxicité extrêmement faible à son développement économique. Il n'y a pas de secteur industriel, notamment agro-alimentaire, qui n'ait pas à recourir à ce type d'anti-mousse très efficace. **(Reynal, 2009)**

4.2.1. Poly glycols

Polyéthylène glycol : appelle aussi PEG de masse molaire inférieur 20 000 g/mol synthétisé à partir des monomère d'éthyle glycol ayant des propriétés hydrosoluble et liposoluble, il est a un rôle majeur dans le secteur agroalimentaire et donc dans la qualité de produit fini. **(web14)**

Polypropylène glycol : polyéther linéaire, appelle aussi PPG est obtenu à partir de la réaction de l'oxyde de propylène avec l'eau, utilisé dans la fabrication de résines de polyester insaturés, utilisé aussi à faible dose comme émulsifiant ou comme solvant liquide. (**web15**)

Polyalkylène glycol : appelle aussi PAG, généralement soluble dans les huiles, dans l'eau peut être soluble ou insoluble, donc il caractérisé par des propriétés différentes, les huiles de base polyalkylène utilisé dans divers application lubrification et leur stabilité thermique et oxydation élevé favorise formation de lubrifiants industriels hautes qualité. (**web16**)

Plusieurs acides gras alimentaires (oléine, acide gras de suif), l'huile acide de poisson, de colza, de maïs, de soja, etc., l'acide gras de talle-oil, et l'acide citrique travailler sur estérification des produits et modifier ainsi leur solubilité et leur efficacité anti moussante. Les sucroglycérides, les polysorbates sont constitutifs de certains agents anti mousses. (**Reynal, 2009**)

4.3. Silicones

La formule de base est la :



Le greffage éventuel de chaînes hydrocarbonées. Potentiellement insolubles dans l'eau, ce type de composés obtenir une basse tension superficielle, une faible volatilité, de même qu'une force de cohésion réduite.

plusieurs variantes sont utilisées et ont été proposées pour application dans milieux agroalimentaires spécifique, résultant en un enregistrement de brevets ; ils peut être ajouté aux formulation destinées à préparer un agent anti mousse pour la fermentation Leur emploi est généralement interdit sur des installations industrielles utilisant l'ultrafiltration c'est colmatage irréversible des membranes est du à la formation d'un dépôt de colloïdes à la surface de la membrane. (**Reynal, 2009**)

4.4 Application et dispersion

L'anti mousse appliqué est utilisé dans certains cas, pour une meilleure efficacité, en dispersion aqueuse sous forme d'émulsion eau dans huile ou huile dans eau. Les microémulsions et les

émulsions multiples ont suscité un grand intérêt. Il y a eu un fort développement dans l'industrie papetière pour ce type de produit, mais son utilisation dans l'industrie alimentaire est ne recommandée pour plusieurs raison de propagation des microbes dans le milieu. (Reynal, 2009)

5. Etude des propriétés moussants

Les bulles de gaz se dispersent dans une phase continue liquide ou solide produite par agitation mécanique. Il a une viscosité élevée. Il trouve aussi des mousses solides dans lesquelles une phase solide ou gel remplace le liquide une fois le dispersant réalisé.

D'un point de vue général, volume de gaz beaucoup plus important que le volume de la phase de dispersion, et le volume de bulles est bien supérieur à celui des particules colloïdales.

Au début sphérique, les bulles adopteront des structures plus compactes sous contraintes et deviendront polyédriques. Ce phénomène s'exprimer comme suit :

La pression est plus élevée dans une bulle de petit diamètre que dans une grosse bulle. La solubilité des gaz augmente avec l'augmentation de la pression. Le gaz se dissoudra des microbulles dans la phase continue provoquant la disparition des microbulles. Le gaz dissous sera transporté par la phase liquide continue et alimentera des bulles plus grosses qui verront leur diamètre augmenter. Les bulles vont se rapprocher, puis se déformer pour Le groupement de divers bulles polyédriques définit les limites du plateau. Les différences de pression entre l'intérieur de la bulle et la plaque liquide provoquent un déplacement de l'eau de l'intérieur de la bulle vers la plaque, provoquant un drainage et l'apparition d'une mousse sèche. La plaque de liquide peut se rompre entre les bulles et par conséquent les bulles s'accumulent en général, les mousses sont moins stables que les émulsions. (web17)

Les bulles ont tendance à éclater spontanément sous l'action d'une tension superficielle excessive de l'eau à moins qu'un tensioactif ne soit ajouté, ce qui abaisse la tension superficielle de l'air/eau.

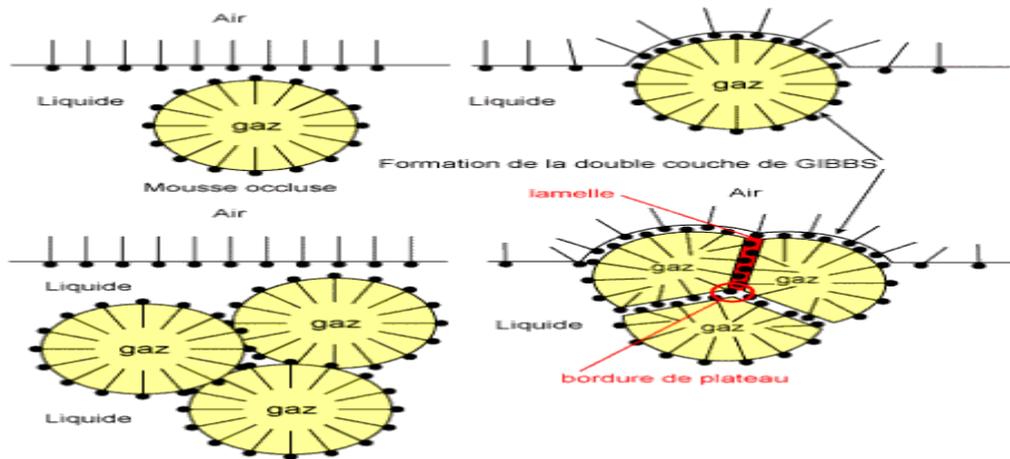


Figure 3.6. propriétés moussantes (web17)

❖ Drainage de la mousse

Le drainage est action de la gravité sur le liquide qui forme les films de mousse. Celui-ci coule constamment vers le bas. Le résultat est, au fil du temps, une diminution du paramètre appelé la fraction Volume liquide (le rapport entre le volume du liquide et le volume de la mousse) avec une hauteur d'une colonne de mousse. C'est pourquoi on distingue des mousses sèches et des mousses humides.

Le fluide entre les bulles a tendance à s'écouler vers Au fond de la mousse, les bulles changent les formes et deviennent polyédriques et favorisent une Hétérogénéité de la mousse, d'autant plus que la concentration du liquide solidifié dans les tensioactifs Faible et la mousse est humide, donc la proportion liquide/air élevé. (Monfreux, 2013)

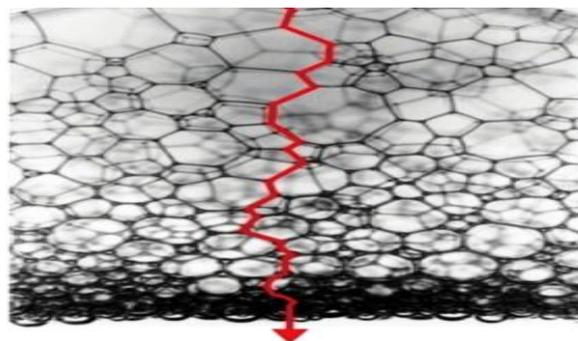


Figure 3.7. Écoulement du liquide a travers la mousse sous l'effet de la gravité (Monfreux, 2013)

Les bulles du haut deviennent polyédriques et sèches, tandis que celles du bas deviennent plus humides et sphériques.

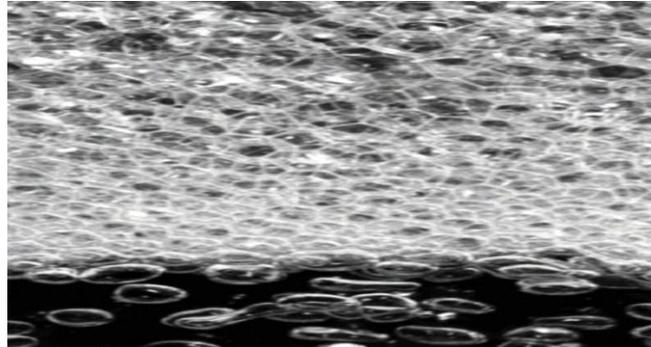


Figure 3.8. Aspect d'une mousse et ses 2 stades de structure (Monfreux, 2013)

Au dessous, bulles d'air dans le liquide, au milieu bulles humide circulaire, avec des films liquides un peu gros, au dessus bulles polyédrique plus sèches, aux films liquides minces.

❖ La mousse sèche et la mousse humide

Les mousses humide (wet foams) : Avoir une fraction volumique très élevée du liquide se situe entre 5 et 20-30%, qui est en fait un dispersant de gaz dans un liquide. Ensuite, les bulles de gaz deviennent complètement sphériques.

Les mousses sèches (dry foams) : Avoir moins de 5% de la fraction volumique liquide, les bulles de gaz décomposé sous forme de polyèdres dégroupé par des films minces liquides.

Les bords de plateau : Les films minces se rejoindre à 120° pour constitué les bords de plateau.

Les réseaux de canaux : Les bords du plateau forment des filaments fluides de la section Un triangle qui joint des nœuds pour former des tétraèdres de $109,5$ degrés. Ces canaux relier entre eux et constitué un réseau à travers lequel le liquide s'écoule gradients de pression auxquels il est exposé. (blazquez, 2014)

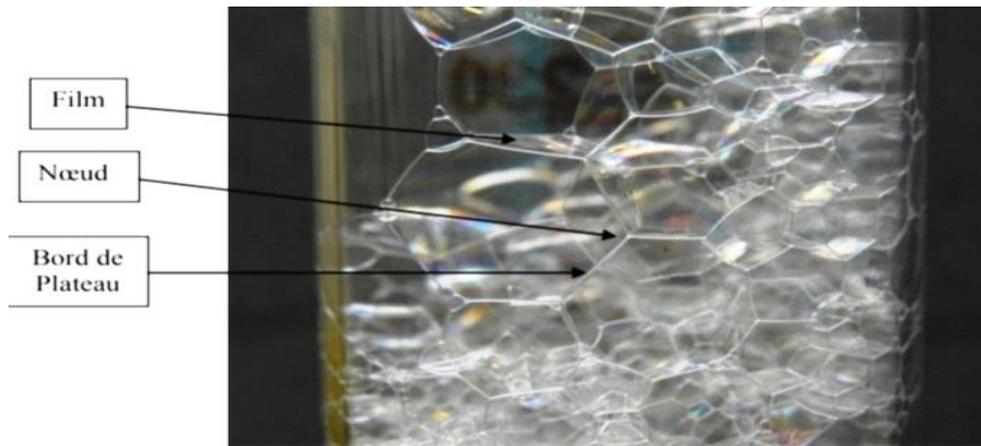


Figure 3.9. Structure d'un mousse sèche (blazquez, 2014)

5.1. Détermination du pouvoir moussant

La détermination du pouvoir moussant consiste à mesurer la hauteur de la mousse formée en fonction de la concentration par la méthode de « Rosse –Miller »

La méthode de « Rosse-Miller » est l'expérience dont les conditions sont fixées par la norme ASTM D1173. Elle consiste à verser quantité de liquide (200 ml) d'une certaine hauteur (90 cm) dans une éprouvette graduée contenant déjà du liquide (50 ml). La hauteur de la colonne de mousse formée est une mesure du moussage de la solution à la température de l'expérience. C'est une méthode statique et facile et simple utilisée pour faire des comparaisons quantitatives entre solutions moussantes, même c'est les conditions ne sont pas juste celles de la norme. Cependant, il n'est pas bien adapté aux solutions à faible mousse. Lors du versement la solution, on peut surveiller le développement de la hauteur de mousse dans la colonne en fonction du temps, et prendre comme estimation de la stabilité de la mousse le temps qu'il faut à une partie ou à la totalité de la mousse pour dissimuler. (Salager, 2008)

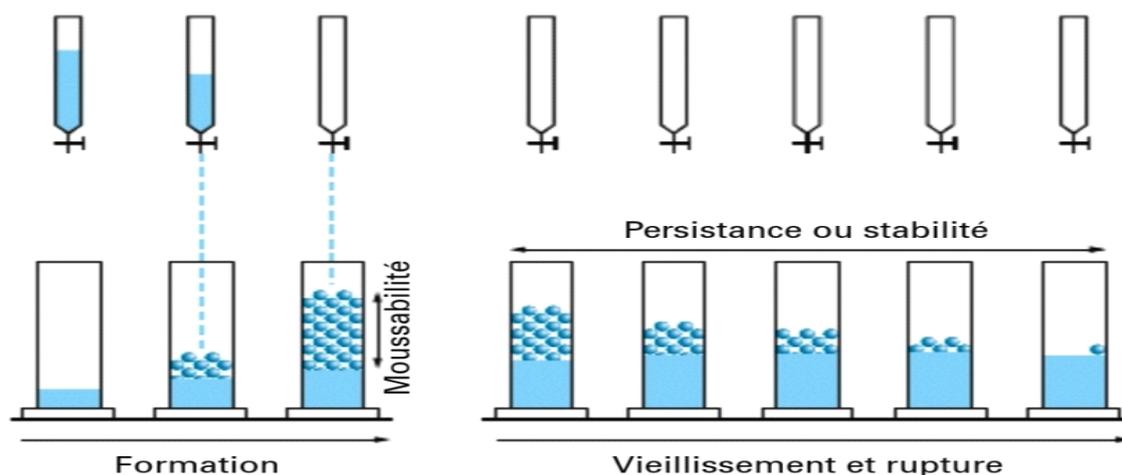


Figure 3.10. Méthode de Rosse –Miller. (Salager, 2008)

Cependant, cette méthode présente un inconvénient : la hauteur de la mousse reste souvent constante assez longtemps avant de commencer à diminuer. Pendant cette période, la mousse vieillissante, souvent par drainage du liquide, subit une séparation structurale de bas en haut, mais ne se casse pas. On peut donc se demander s'il faut prendre le temps où la mousse se forme ou quand elle commence à se décomposer. (Salager, 2008)

5.2. Fabrication des mousses

La mousse peut être produite de différentes manières, et chacune a ses propres méthodes. Avantages et inconvénients, et conduisent à différentes fractions liquides et tailles de bulles initiales. Il est trouvé plusieurs techniques utilisées au laboratoire pour mélanger une solution moussante avec un gaz afin d'acquiescer une mousse aux propriétés bien contrôlées. (guillermic, 2011)

5.2.1. Bullage

Une technique souvent utilisée pour fabriquer des mousses consiste à injecter de l'air à travers des pores dans une solution moussante.

Le mélange de verre est placé au fond de la colonne d'étude de la mousse et est connecté à une pompe ou en général à un gaz sous pression. Flux d'air Il peut être vérifié à l'aide d'un débitmètre. La porosité du fritté détermine la taille des bulles et doivent être sélectionnées en fonction de la plage requise.

Cette technologie permet de fabriquer de la mousse sans nécessairement avoir une grande quantité de liquide, qui se remarque lors de l'utilisation de produits pour fabriquer une solution moussante, est rare. La mousse se crée progressivement.

La fabrication de mousse à bulles permet d'explorer large gamme de tailles de bulles (100 μ m) et de fractions fluides en modifiant la porosité et le débit de gaz. (guillermic, 2011)

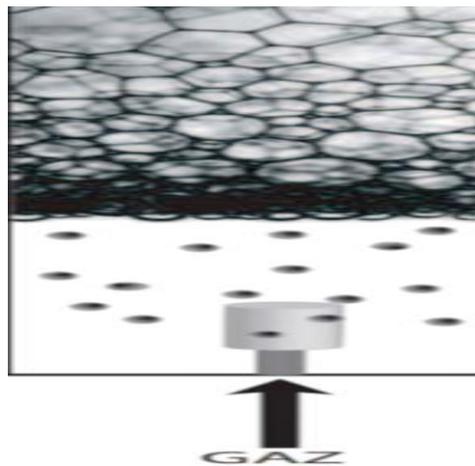


Figure 3.11. Technique de bullage à travers un fritté de verre. (guillermic, 2011)

5.2.2. Mélangeur turbulent

Une autre technique consiste à mélanger gaz et liquide sous pression. Le mélangeur turbulent est inspiré des appareils utilisés dans extinction flammes.

Au centre de l'appareil consiste en une jonction T (Mélangeur) où un jet rapide de solution moussante est mélangé de façon contrôlée à un flux de gaz sous pression(50).

Le gaz comprimé est obtenu directement à l'aide d'une bouteille de gaz comprimé et d'un débitmètre. Pour rendre un jet rapide de solution moussante, le liquide (5 bars) est pressé à l'intérieur d'une bonbonne. Toutes les pressions peuvent être vérifiées avec des manomètres et débitmètres.

Une valve de sécurité permet de différer la bonbonne sous la pression atmosphérique.

Il est possible, en ajoutant des bifurcations au système, de permettre à la mousse de sortir par deux tubes différents indépendamment ou simultanément : c'est très pratique pour les mesures simultanées.

En rhéologie ou drainage, les canalisations peuvent être installées avec certaines formes géométriques.

L'avantage de ce système réside dans la large gamme de fraction liquide qui peuvent être étudiées et aussi dans la vitesse de production de mousse, ce qui permet d'avoir un temps de début de drainage t_0 bien déterminé (contrairement à la méthode de la bulle). (guillermic, 2011)

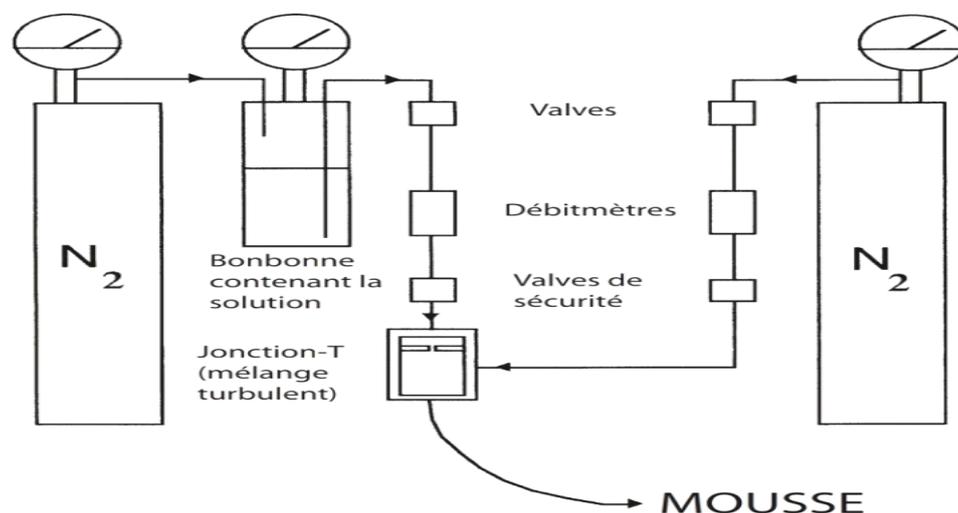


Figure 3.12. Schéma du dispositif complet de la machine à mousse extrait de (50) (guillermic, 2011)

5.2.3. Système à double seringue

C'est un système consistant en deux seringues de même volume reliées par tuyau permettant de produire des mousses homogènes de petites bulles et de fractions liquides variables, produits rapidement, permettant aussi d'avoir un temps de début de vieillissement bien déterminé. La seringue est utilisée pour prélever la quantité requise de liquide.

Ensuite, le piston est tiré au maximum et la seringue est connectée. Le liquide et l'air sont poussés à la main à travers l'étranglement formé par les tubes de service pour tout mélanger. Une fois

plusieurs allers-retours, mousse très homogène. La seringue est complètement remplie et peut être utilisée.

La fraction liquide de ces mousses est bien connue, car on sait la quantité de liquide prélevée et la quantité totale de mousse produite. (guillermic, 2011)



Figure 3.13. Double seringue : deux seringues sont installées face à face et raccordées entre elles par un tuyau. Après avoir répété le processus de va-et-vient, on obtient une mousse homogène.

(guillermic, 2011)

6. Conclusion

A partir de ce chapitre, nous avons compris :

La première solution pour empêcher la formation de mousse est de contrôler le processus, mais dans certains cas, les fabricants de produit alimentaire ne peuvent pas le faire sans ajouter l'anti

Moussants, sont des produits chimiques qui permettent d'empêcher la formation de mousse sans altérer la forme et la texture de l'aliment.

Les causes de formation et les mécanismes des destructions.

L'anti mousse et différents types d'anti mousses dans l'industrie alimentaire.

L'étude des propriétés moussantes et la détermination du pouvoir moussant et la fabrication des mousses.

Chapitre 4 Utilisation des agents anti mousses dans l'industrie alimentaire

1-Introduction

L'utilisation d'agents anti-moussants dans diverses industries agro-alimentaires intéresse de nombreux industriels car la production de végétaux conduit souvent à des procédés de lavage, d'extraction ou de fermentation en milieu aqueux. En raison de l'agitation des médias, tous ces processus génèrent de la mousse.

Il est possible de faire un classement selon les procédés dans lesquels les agents anti-mousse sont susceptibles d'interférer, d'autant plus que leur composition ainsi que le fait de ne pas les endommager ne sont pas forcément les mêmes selon les procédés envisagés.

Si l'on veut établir une classification des différentes industries de l'agro-alimentaire et de l'alimentation, on peut les présenter comme suit :

Industries de transformation directe

- lavage des végétaux
- transport hydraulique des végétaux
- conserverie

Industries d'extraction

- extraction fourragère et séchage
- sucrerie
- féculerie, amidonnerie
- préparation des extraits végétaux (café, etc.) (Reynal, 2009)

2. Industrie de transformation directe

2.1. Lavage des végétaux avant épluchage

Les plantes sont lavées avant toute extraction (racines, tubercules) ; C'est le cas des betteraves à sucre mais aussi des légumes avant épluchage, cuisson ou friture.

Des anti-mousses issus de la condensation d'acides gras alimentaires sur des polyols sont souvent utilisés à cet effet, soit purs, soit en émulsion à des doses variables, souvent comprises entre 2 et 20 ppm volume de milieu à traiter.

Des mousses abondantes se produisent au niveau du lavage et de l'épluchage qu'il y a lieu de combattre de manière à éviter les débordements, à améliorer la propreté du matériel et des sols et par là même la sécurité tout en facilitant les opérations industrielles.

Lavage des pommes de terre : Le moussage se produit dans les eaux de transport ou de lavage, avant que le blanchiment ne soit effectué avec de l'eau à une température de 90-100°C, suivi d'un rinçage. Les mousses persistent généralement dans le circuit des eaux usées. L'anti mousse peut également être ajouté à un décanteur biologique ou à un décanteur primaire. (Reynal, 2009)

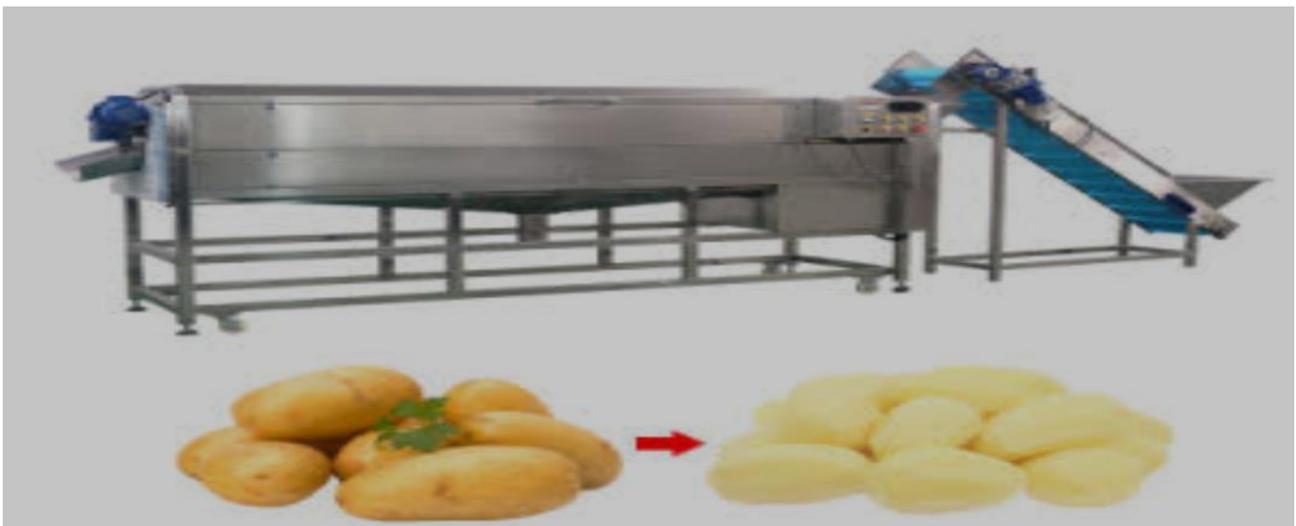


Figure 4.1. machines d'épluchage de pommes de terre (web18)

3 .Industrie d'extraction

3.1. Extraction fourragère et séchage

Afin d'améliorer la rentabilité de la production d'aliments, des unités ont été développées pour diminuer utilisation d'énergie nécessaire à la déshydratation des végétaux. Les méthodes proposées permettent l'extraction des résidus des protéiques destinées à la consommation animale.

Lors de l'extraction par pressage du fourrage, il y a une production importante de mousse aux presses.

Pour éviter ce phénomène, un agent anti-mousse dispersé dans l'eau est appliqué sur la bande de chargement des fourrages.

L'agent anti-mousse est parfois appliqué à la sortie de la presse et dans des "sérums" lors de centrifugation destinées à éliminer les particules solides, parfois même dans des tours à concentration. L'anti mousse est appliqué à 40 à 50 ppm en poids de la charge de résidu. Les "sérums" extraits sécrètent des granulés contenant jusqu'à 70% de protéines destinées à l'alimentation animale. (Reynal, 2009)

3.2. Sucrieries

Les agents anti mousses, utilisés dans les industries sucrières, peuvent être classés en deux catégories :

- Celles utilisées pour l'abattage et le transport par eau, ainsi que pour laver les betteraves avant de les transformer en cossettes.
- Celles utilisées pour le procédé de fabrication (épuration, évaporation).

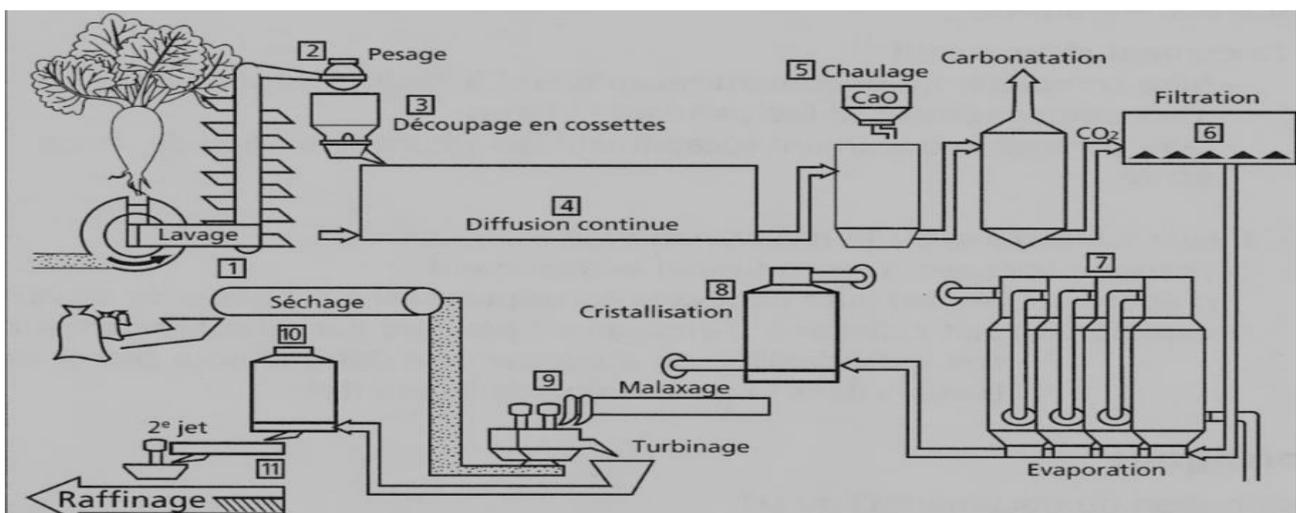


Figure 4.2. processus de fabrication de sucrerie. (web19)

L'extraction consiste à traiter un mélange homogène par un solvant pur.

Les appareils d'extraction (diffusion) sont continus ou discontinus. On observe l'apparition des mousses et l'état de maturité de la betterave, et les éventuelles gelées auxquelles elle est exposée. Les débuts de fermentation qui peuvent survenir lors du stockage accentuent ce phénomène. Le processus d'extraction (diffusion) est fortement affecté par l'apparition de mousses qui affectent son rendement.

Les moellons dégras ont été utilisés comme anti mousses , mais les industriels se sont progressivement tournés vers le développement de composés à partir de molécules issues de la chimie des lipides (esters de polyalkylène glycol) qui ont permis de répondre plus efficacement à la destruction des algues qui prolifèrent dans et de réduire l'emploi et les coûts. .

Les agents anti-mousse utilisés pour la diffusion doivent affecter sur les mousses occluses et superficielles, et favoriser le glissement des cossettes dans l'extracteur. Leur effet éventuel sur accumulation de granules extraits de alimentent du bétail, ainsi que sur les processus de cristallisation (transfert d'énergie thermique, l'évaporation et l'élimination ou conservation de certain protéine en fonction de leurs caractéristique isolation par affinité de la protéine d'intérêt.) et la purification, elle a une considération importante. Pare que la quantité résiduelle de sucre affecte négativement l'utilisation du consommateur. **(Reynal, 2009)**

Les Operations nécessitant l'utilisation d'un anti mousse.

Les agents anti-moussants qui peuvent être introduits en diffusion, dans le bac de circulation, dans l'eau de presse , dans la bac avant évaporation, avant filtration, au préchauffage , au chauffage, lait de chaux ou l'on constate l'apparition de mousse dans le déblayeur du lait chaux et dans le bac de murissement.

A ce stade, un anti mousse est généralement ajouté à l'eau d'alimentation du déblayeur qui utilisé dans cas du rinçage des résines de déminéralisation, qui contiennent jusqu'à 5 à 6 % de sucre.

L'anti mousse est utilisé dans une fosse de décantation, une eau de lavage, une fosse à betteraves, une roue à betteraves, une roue à cailloux ou un mitrailleur.

Les quantités d'agents anti-mousses utilisés sont liées à la quantité de betteraves transformées et changée d'usine à l'autre, parfois de 1 à 10. Le budget alloué à l'agent anti-mousse par chaque sucrerie n'est dépend la capacité de production et l'intérêt des consommateurs. (Reynal, 2009)

3.2.1. Traitement des effluents

L'obtention d'ammoniac est un procédé chimique permet la synthèse de l'ammoniac, et de sels protéiques à partir de jus déminéralisés dans une raffinerie de sucre peut diminuée considérablement la pollution en recyclant complètement l'eau.

Doit homogénéiser les jus déminéralisés basiques et acides pour obtenir un pH constant Sa cristallisation permet d'obtenir des protéines spécialisé à l'alimentation du bétail qui décrit les besoins alimentaire des aliments. Et la fabrication des engrais à partir de l'ammoniac. Dans ces procédés, les mousses entre principalement dans le processus d'évaporation. En ce qui concerne, la cristallisation est une opération physique permet la saturation du soluté par évaporation, l'action de l'anti mousse intervenir sous la cuve avant cristallisation. L'agent anti-mousse est introduit dans le domaine d'alimentation sous la cuve avant cristallisation. ((Reynal, 2009)

3.3. Féculeries

La fécule est extraite de tubercules de pommes de terre, l'extraction de fécule donne une excellente activité industriel appelée féculerie, aussi l'extraction de pomme de terre donne les grains d'amidon ce qui lavé et séché sous forme poudre.

En ce qui concerne le maïs, lors de trempage il faut rincer maïs à l'eau clair ensuite cuire à ébullition, la formation des mousses pour le but de d'éliminer saleté présente à la surface du grain, on remarque l'apparence de mousse qui accentué avec la séparation de l'amidon des protéines.

En ce qui concerne les pommes de terre, la formation de mousse se produit lorsqu'il trempé les pommes de terre dans l'eau, puis dans râperie lorsque la pulpe est séparée de "l'eau rouge" chargée en acides aminés hautement tensioactifs.

En plus d'être introduits lors du transport et du lavage, les agents anti-mousses sont également utilisés pour le but séparation de résidu de pomme de terre rouge. Ils sont généralement dilués à 5 ou 10 % dans l'eau. (Reynal, 2009)

4. Industries de fermentation et de biosynthèse

Les industries de fermentation produisent de plusieurs composés, on distingue métabolites primaires, secondaires et enzymes, sont utilisées dans l'alimentation humaine et animale ainsi qu'en pharmacie.

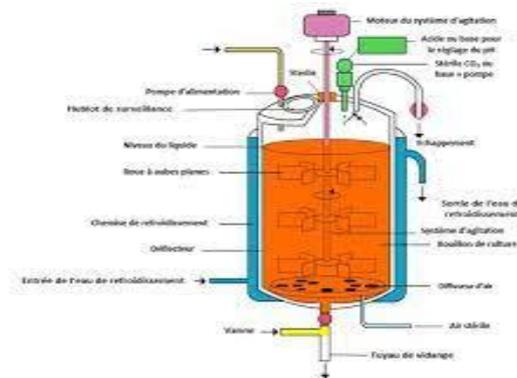


Figure 4.3. Bioréacteurs utilisés pour la fermentation industrielle. (Aouati, 2019)

Les métabolites primaires sont impliqués dans la préparation des l'alcool. Acides organiques, vitamines, acides aminés, antioxydants, des antioxydants.et les métabolismes secondaire. Les industries biologiques concernées, comme l'industrie sucrière dépend utilisation d'agents anti-mousse. (Reynal, 2009)

4.1. Levure

Les levures sèches est un leueur biologique et organisme vivant essentiel dans boulangerie, et produit a l'aide d'une fermentation alcoolique dans la fabrication de la bière, dans milieu agricole contient la mélasse de betterave, dans un milieu favorable.

Le taux d'utilisation des agents anti-mousse qui concerne le fermenteur est variable selon la nature de l'agent anti-mousse utilisé (graisses végétales ou polymères organiques). En général, les taux vont de 5 à 6 % pour l'huile de colza acide encore en usage pour être ramenés à 0,5 %, voire 0,1 % pour un polymère adapté.

L'agent anti-mousse est introduit pur ou émulsion dans le fermenteur via une pompe doseuse régulée par la capture de niveau. (Reynal, 2009)

4.2. Production d'acides organiques

Sont des composé organique présent des propriétés acide, sont des ingrédients le plus utilisé dans l'alimentation animal pour augmenter les nutriments et dans utilisation humaine.

L'acides organiques résultat de la glycolyse ou de l'oxydation des sucres incomplets des oses (acides citrique, gluconique, etc.), ou résultat de la déshydrogénation incomplète des alcools en présence d'oxygène (acide acétique).

L'acide citrique, est un additif alimentaire préparé industriellement par fermentation, dans les boissons non alcoolisées, la confiture, la conserve, la confiserie, etc. Pour une la fermentation efficace, elle est doit être fait en milieu déséquilibré pour éviter la production d'acide itaconique.son rôle est régulation de l'acidité des aliments.

L'acide lactique est utilisé dans l'industrie agroalimentaire comme additif et aussi comme un agent bactériostatique. Peut être obtenu par des lactobacilles à partir de lactosérum ou de mélasse.

L'acide acétique est un conservateur alimentaire, synthétisé à partir d'éthanol par *Acetobactersp.* En fermentant des solutions alcooliques dont les applications alimentaires sont courantes, leur utilisation ne présent aucun risque.

Les sources de vitamines sont plusieurs et variées, leur rendement nutritionnel est bien connu .permet les vitamines nécessaire : la vitamine B₁₂, dit aussi cobalamine est une vitamine hydrosoluble, utilisée dans l'alimentation du bétail pour la production agricole, la production industriel de ce vitamine se fait par fermentation microbienne. Le rendement le plus élevé est obtenu par des souches pures du genre *Propionibacterium* dans milieu mixte contient du l'oxygène à base de sirop de glucose. (Reynal, 2009)

4.3. Acides aminés

Les acides aminés sont des molécules qui entrent dans la composition des protéines, ils existent beaucoup dans les produits de consommation, surtout l'acide glutamique et la lysine.

Les acides aminés destinés à l'alimentation humaine et animale sont produits par biosynthèse à partir d'un milieu constitué de mélasse de betterave et de sirop de glucose. Les acides aminés essentiels sont des acides aminés indispensables jouent un rôle important dans l'utilisation humaine et animale. Ils sont remplacés les matières premières d'origine végétale dérivée des plantes, ou animale issu d'un animal comme le lait, le sang, les œufs.

Coryne glutamicum est une bactérie responsable de la synthèse d'acide glutamique, dans un milieu de fermentation constitué de mélasse ou de sirop de glucose car les sources préférées dans les procédés industriels sont les sucres. Dans la phase de croissance, le glutamate s'accumule presque jusqu'au point de saturation dans la cellule jusqu'à ce que la perméabilité de la cellule permette la sécrétion de glutamate. Il est préférable de prendre une petite quantité en biotine dans le milieu ou par ajout de pénicilline qui sont des antibiotiques utilisés pour stérilisation ou de détergents appropriés. (Reynal, 2009)

4.4. Distillerie

L'éthanol est liquide volatil obtenu à partir de jus sucrés ou de mélasse avec *Saccharomyces*, après la fermentation de substances sucrées. Utilisé en grande quantité dans les industries alimentaires car sa consommation n'est pas un effet secondaire.

À partir de jus de betteraves: la cuverie arrête son activité, l'agent anti mousse est placée sur la bascule à l'aide d'une pompe doseuse ou dans la cuve de préparation on fait la dilution de mélasse qui est un résidu du raffinage de la betterave se trouve sous forme poudre ou liquide visqueux. Les mélasses brutes se mélangent dans une cuve de dilution avec l'eau.

Le moût est dirigé vers les cuves de pied et ensuite vers les cuves de fermentation pour empêcher la prolifération bactérienne, la mélasse est un produit industriel cuit plusieurs fois elle comporte moins de bactérie. Les agents anti mousses sont également introduits dans la colonne de distillation.

La fermentation alcoolique de mélasse est un procédé chimique se fait par l'utilisation de levures en concentration appropriée avec la quantité de l'alcool. Ce qui donne un rendement plus important, il faut faire un teste pour la levure, on ajoute une quantité nécessaire d'acide chlorique dans le milieu pour obtenir un pH proche de 3.

Le test ajouté dans le milieu la levure et la quantité nécessaire d'acide chlorhy que pour obtenir un pH voisin de 3.

Les agents anti-mousses sont appliqués dans les cuves de pied avant de commencer pour éviter les levures chaudes, la température est également contrôlée car un trop de chaleur conduit à des baisses de rendement.

Les taux d'application d'anti mousse sont affectés par la qualité de la mélasse et sont généralement inférieurs à 100 g/L d'alcool produit pour des produits efficaces. **(Reynal, 2009)**

5. Lavage des équipements et traitement des eaux résiduaires

Les protéines ont des structure complexe et haute masse moléculaire permet la formation des films épais, donne une mousse polyédrique plus stable, et les protéines doivent être soluble dans l'eau

La liaison (protéine/détergent/ions calcium) conduit une augmentation sensible de la plasticité des couches minces qui formule une mousse plus stable, ce qui lui donne une structure solide difficile à pénétrer.

L'action synergiques des ions calcium sur les propriétés tensioactives des plusieurs agents mouillants et détergents aussi l'action d'extraction produit une mousse fort, ce qui le rend difficile à détruire.

Les installations des épurations travaillées à épure l'eau industrielle avant le rejeter dans le milieu Naturel, donc la présence de mousse dans les rejets conduire à un mauvais fonctionnement de l'installation d'épuration. L'effluent est eau sortant d'un installation de purification ,existence des mousses superficielles à surface de l'effluent donne un effet négative dans le processus car elle est résistée l'aération de surface aux effluents Ils limitent significativement les échanges gazeux aux

interfaces, et résulter à cela épuration lente, Les mousses occluses réduire la vitesse de la floculation et la sédimentation des boues , elles peuvent faire flotter les boues et minimiser le contact avec les déchets liquides à traiter, entraver la déshydratation, perturbe la filtration et la fertilisation subséquente et dans les installations d'assainissement ou se les boues des eaux usées ferment pour la production des méthane, la présence des mousses occluses dans ces digesteur sont diminuée les volumes utiles.



Figure 4.4. traitement des eaux résiduaires. (web20)

Plus la mousse est stable, plus les échanges gazeux sont lents et plus l'efficacité est faible. La formation de mousse a un effet négatif sur environnement naturel, l'eau, les roches, les animaux.

L'agent anti-mousse permet d'éviter la formation de mousse lorsqu'il est introduit avant le passage du milieu à traiter dans les installations d'épuration. Son utilisation élimine également la mousse existante.

Le rôle de l'agent d'anti mousse inhibe la formation des mousses dans l'installation d'épuration, avant de commencer les processus de traitement des eaux. (Reynal, 2009)

6. Conclusion

Après de ce chapitre, nous avons compris, utilisation des antis mousses dans l'industrie alimentaire minimisent les pertes de matière lors de processus de fabrication des aliments et améliorer leurs méthodes pour :

- Lavage des végétaux dans industrie de transformation direct.
- Extraction et séchage
- Fermentation
- Distillerie
- Lavage du matériel et traitement des eaux résiduaires.

Conclusion générale

Conclusion générale

Notre étude a porté sur les anti-moussants les plus utilisés dans l'industrie alimentaire. Le principal objectif est améliorer les connaissances sur les mousses et les anti-moussantes car sont importants dans la fabrication des aliments et préparation.

D'après notre recherche bibliographiques dans les littératures scientifiques, on conclut qu'en général :

L'industrie alimentaire utilise toute une gamme d'additifs pour améliorer le goût, texteur, ou empêcher la formation de mousse dans les produits alimentaires. Ces additifs chimiques sont utilisés pour éviter que le produit ne gonfle durant le processus de cuisson et ne dégage des mousses.

Lorsqu'ils sont utilisés comme ingrédients dans les aliments, les agents anti mousse sont destinés à freiner l'effusion ou l'effervescence lors de la préparation ou du service.

Ces agents sont inclus dans une variété d'aliments tels que les nuggets de poulet sous la forme de poly diméthyle siloxane (un type de silicone). L'huile de silicone est également ajoutée à l'huile de cuisson pour empêcher la formation de mousse lors de la friture.

Les anti moussants sont constitués des agents à tension active responsable de la formation des mousses, il a des propriétés absorbantes pour détruire les mousses irritantes sans altérer le texteur et la qualité du produit, c'est pour satisfaire le consommateur.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- ahmed salah miamouna, souaci khadîdja, 2019, Le Etude de la toxicité de certains additifs alimentaires (E102, E330) chez les Rattes wistar, Mémoire Master, Université echahid hamma lakhder-el oued, page 5-8.
- Annie Sanfeld-Steichen, 10 mars 2006, Etude des relations entre la stabilité des mousses de décontamination nucléaire et leurs propriétés physico-chimiques, thèse, université des sciences et techniques Paul Cézanne, page 11-1
- Aouati.H, 2019, microbiologie industrielle, université de batna2, page 8, 9.
- Bourahla sarra, 2020, chimie des surfaces et catalyse, université abdelhamid ibn badis-mostaghanem, page 1.
- blazquez egea Christian, 29Septembre2014, Formation, stabilité et cassage des mousses non aqueuse : Contribution à l'étude des mousses pétrolière, Université Pierre et Marie Curie.
- codex alimentarius, normes alimentaires internationales FAO OMS normes générale pour les additifs alimentaires révision 2019.
- Dans le journal officiel de la république algérienne N° 30 du 24 JOUMADA ETHANIA 1433 correspondant au 16 mai 2012 page 16 et 17 [Available from: [file:///C:/Users/A/Downloads/dec12-214fr%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/A/Downloads/dec12-214fr%20(3).pdf), consulté le 2022
- Dutau G, Rancé F, Fejji S, Juchet A, Brémont F, Nouilhan P. 1996, Intolérance aux additifs alimentaires chez l'enfant : mythe ou réalité ? Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique,36(2):129-42.
- guillermic reine marie, propriétés physicochimique des mousses : études approfondies sur des mousses et modèles études exploratoires sur de nouvelles mousses, Université de rennes, 2011.

Références bibliographiques

- Henini ghania, 2017, phénomènes de surface et catalyse hétérogène, université hassiba benbouali de chlef, page 1-3 et 6.
- Hidaoa, 2017, les additifs alimentaires.
- Kouras sofia, 2018, chimie des surfaces et catalyse, université mohamed seddik ben yahia-jijel, page
- Monfreux alain, membre d'honneur de la société française de phlébologie. Président d'honneur de club mousse, F-31000, 2013, P 66- 3
- Morgane daniel, Mars 2013, Les Additifs Alimentaires, Diététicienne RSD Réseau Santé Diabète Bruxelles Les Capucines.
- reynal béatrice, multon jean-louis, 2009, Additifs et auxiliaires de fabrication dans l'industrie agroalimentaires, Paris, 4^e édition, Page 537- 558
- safer abdemouniam, 2016, introduction a la chimie des surfaces, université hassiba benbouali de chlef, page 3, 7, 14, 37.
- Salager Jean-Louis, january 2008, Mousses Formation. Formulation et propriétés, Lionel choplin, j2200, page 6.
- semoud A, 2018 ,cours les Additifs alimentaires, uni-Annaba.
- Zenasni mohamed amine, 2022, émulsion, université abou bakr belkaid

Références bibliographiques

- Web, <https://food-nutrition.brenntag.com/fr-ca/product-range/processing-aids/antifoams/>, consulté le : 25/05/2022
- web1, <https://www.frc.ch/dossiers/mieux-comprendre-les-additifs-alimentaires/>, consulté le : 25/01/2022
- web2, Syndicat national des producteurs d'additifs en France: les ingrédients de spécialité de la chaîne alimentaire [Available from: <http://www.synpa.org/les-additifs-alimentaires-reglementation-2.php/>], consulté le 16/01/2022
- web3, <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>, consulté le : 16/01/2022
- web4, Tableau des additifs alimentaires, <https://pcsittre.files.wordpress.com/2017/01/additifs-alimentaires.pdf>, consulté le: 20/01/2022
- Web5, https://public.iutenligne.net/mecanique/mecanique-des-fluides/courtin/pression-dans-les-fluides/co/Pression%20dans%20les%20fluides_21.html, consulté le 10/06/2022
- Web6, <https://www.toppr.com/ask/question/what-is-the-effect-of-temperature-on-surface-tension/>, consulté le 10/06/2022
- Web7, <https://areq.net/m/%D8%AA%D8%AC%D8%B1%D8%A8%D8%A9%D9%84%D8%A7%D8%A8%D9%84%D8%A7%D8%B3.html>, consulté le 10/06/2022
- Web8, <http://zzm.umcs.lublin.pl/Wyklad/FGF-Ang/2A.F.G.F.%20Surface%20tension.pdf>, consulté le 10/06/2022
- Web9, <https://www.biolinscientific.com/blog/surface-tension-measurement-by-du-no%C3%BCy-ring-method>, consulté le 10/06/2022
- Web10, http://uqac.ca/chimie_ens/Chimie_physique/Chapitres/chap_4.htm, consulté le 10/06/2022
- Web11, https://en.wikipedia.org/wiki/Spinning_drop_method, consulté le 10/06/2022
- web12, https://www.researchgate.net/publication/281474431_Mousses_Formation_formulation_et_proprietes, page 2, consulté le 2022
- web13, https://concentrol.com/fr/produits/antimousses/?gclid=Cj0KCQjwgYSTBhDKARIsAB8KuksenZPJL_18PI0fJILOsIbsA-PzpJdJWT6SzXIvwIwY_EZ5vkT6sbUaAIVxEALw_wcB, Consulté le 12/05/2022

Références bibliographiques

- Web14, https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Poly%C3%A9thyl%C3%A8ne_glycol, consulté Le 27/07/2022
- Web15, <https://polymex.fr/polyalkylene-glycol/>, consulté le 27/05/2022
- Web16, <https://www.machinerylubrication.com/Read/930/pag-synthetic-oil> le27/05/2022
- web17, https://biochimagro.univlille.fr/proteines/co/ch1_III_b.html#:~:text=Les%20mousses%20qui%20poss%C3%A8dent%20une,continu%20et%20imperm%C3%A9able%20au%20gaz, consulté Le 27/05/2022
- Web18, https://www.google.com/imgres?imgurl=https://image.made-in-china.com/43f34j10mcqUpgzYAjL/Large-Capacity-Roots-Skin-Peeler-Potato-Ginger-Taro-Peeling-Machine.jpg&imgrefurl=https://fr.made-in-china.com/tag_search_product/Potato-Peeling-Machines_gyyouhn_11.html&tbnid=c09a5m-P_Vi6fM&vet=1&docid=wT-IIVZX2ybo2M&w=300&h=300&itg=1&hl=fr-FR&source=sh/x/im, consulté le : 15/06/2022
- Web19, <http://technomitron.aainb.com/constituants-viennoiserie-patisserie/le-sucre-saccharose/>, consulté le : 15/06/2022
- web20, <https://www.google.com/imgres?imgurl=https://condorchem.com/wp-content/uploads/2021/02/aguas-residuales-slider-1.jpg&imgrefurl=https://condorchem.com/fr/traitement-des-eaux-residuaires-industrielles/&tbnid=CL8ltivyArwFRM&vet=1&docid=1rHXP7qkH4yIpM&w=1024&h=768&hl=fr-FR&source=sh/x/im>, consulté le : 15/06/2022

Annexe

Art. 30. — La comptabilité de l'école est tenue, selon les règles de la comptabilité publique.

Art. 31. — Le contrôle financier de l'école est assuré par un contrôleur désigné par le ministre chargé des finances.

Art. 32. — Le compte administratif et le rapport annuel d'activités sont adressés au ministre chargé des forêts.

CHAPITRE 5

DISPOSITIONS TRANSITOIRES ET FINALES

Art. 33. — Les biens meubles et immeubles ainsi que tous les moyens et droits mis à la disposition de l'institut de technologie forestière de Batna sont transférés à l'école nationale des forêts de Batna.

Art. 34. — Le transfert prévu à l'article 35 ci-dessous donne lieu :

— à l'établissement d'un inventaire quantitatif et estimatif dressé par une commission mixte composée des représentants du ministère de tutelle et des représentants du ministère chargé des finances ;

— à un bilan définitif portant sur les activités et les moyens gérés par l'institut de technologie forestière de Batna, faisant ressortir notamment la valeur des éléments des biens, des droits et des dettes transférés à l'école nationale des forêts de Batna.

Ce bilan doit faire l'objet d'un contrôle et de visas conformément à la réglementation en vigueur.

Art. 35. — Le personnel en activité à l'institut de technologie forestière de Batna à la date de la publication du présent décret au *Journal officiel* est transféré à l'école nationale des forêts de Batna et conserve tous les droits acquis dans leurs corps d'origine.

Art. 36. — Les stagiaires en cours de formation sont soumis aux dispositions du présent décret.

Art. 37. — Sont abrogées toutes les dispositions contraires au présent décret, notamment celles du décret n° 71-256 du 19 octobre 1971 portant création d'un institut de technologie forestière.

Art. 38. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 23 Jomada Ethania 1433 correspondant au 15 mai 2012.

Ahmed OUYAHIA.

-----★-----

Décret exécutif n° 12-214 du 23 Jomada Ethania 1433 correspondant au 15 mai 2012 fixant les conditions et les modalités d'utilisation des additifs alimentaires dans les denrées alimentaires destinées à la consommation humaine.

Le Premier ministre,

Sur le rapport conjoint du ministre du commerce, du ministre de la santé, de la population et de la réforme hospitalière, du ministre de l'industrie, de la petite et moyenne entreprise et de la promotion de l'investissement et du ministre de l'agriculture et du développement rural ;

Vu la Constitution, notamment ses articles 85-3° et 125, (alinéa 2) ;

Vu la loi n° 85-05 du 16 février 1985, modifiée et complétée, relative à la protection et à la promotion de la santé ;

Vu la loi n° 87-17 du 1er août 1987 relative à la protection phytosanitaire ;

Vu la loi n° 88-08 du 26 janvier 1988 relative aux activités de médecine vétérinaire et à la protection de la santé animale ;

Vu la loi n° 04-04 du 5 Jomada El Oula 1425 correspondant au 23 juin 2004 relative à la normalisation ;

Vu la loi n° 09-03 du 29 Safar 1430 correspondant au 25 février 2009 relative à la protection du consommateur et à la répression des fraudes, notamment son article 8 ;

Vu le décret présidentiel n° 10-149 du 14 Jomada Ethania 1431 correspondant au 28 mai 2010 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 90-367 du 10 novembre 1990, modifié et complété, relatif à l'étiquetage et à la présentation des denrées alimentaires ;

Vu le décret exécutif n° 92-25 du 13 janvier 1992 relatif aux conditions et aux modalités d'utilisation des additifs dans les denrées alimentaires ;

Vu le décret exécutif n° 04-319 du 22 Chaâbane 1425 correspondant au 7 octobre 2004 fixant les principes d'élaboration, d'adoption et de mise en œuvre des mesures sanitaires et phytosanitaires ;

Vu le décret exécutif n° 05-467 du 8 Dhou El Kaada 1426 correspondant au 10 décembre 2005 fixant les conditions et les modalités de contrôle aux frontières de la conformité des produits importés ;

Après approbation du Président de la République ;

Décrète :

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 8 de la loi n° 09-03 du 29 Safar 1430 correspondant au 25 février 2009, susvisée, le présent décret a pour objet de fixer les conditions et les modalités d'utilisation des additifs alimentaires dans les denrées alimentaires destinées à la consommation humaine.

Art. 2. — Sont exclus du champ d'application du présent décret les additifs alimentaires incorporés dans les denrées alimentaires destinées à la consommation animale.

Art. 3. — Au sens des dispositions du présent décret, il est entendu par :

Additif alimentaire, toute substance :

— qui n'est normalement ni consommée en tant que denrée alimentaire en soi, ni utilisée comme ingrédient caractéristique d'une denrée alimentaire ;

— qui présente ou non une valeur nutritive ;

— dont l'adjonction intentionnelle à une denrée alimentaire dans un but technologique ou organoleptique à une étape quelconque de la fabrication, de la transformation, de la préparation, du traitement, du conditionnement, de l'emballage, du transport ou de l'entreposage de cette denrée affecte ses caractéristiques et devient elle-même ou ces dérivés, directement ou indirectement, un composant de cette denrée alimentaire.

— **additif alimentaire halal** : tout additif alimentaire dont la consommation est autorisée par la religion musulmane.

— **addition indirecte d'un additif alimentaire** : c'est un transfert d'un additif alimentaire provenant des différents ingrédients d'une denrée alimentaire composée.

— **dose journalière admissible (DJA)** : quantité d'un additif alimentaire, exprimée sur la base du poids corporel, qui peut être ingérée chaque jour pendant toute une vie sans risque pour la santé du consommateur.

— **concentration maximale d'un additif alimentaire** : concentration la plus élevée de l'additif alimentaire établie pour être efficace dans un aliment ou une catégorie d'aliment.

Elle est exprimée soit en milligramme d'additif alimentaire par kilogramme d'aliment (mg/kg), soit en millilitre d'additif alimentaire par litre d'aliment (ml/l).

— **processus de mise à la consommation** : ensemble des étapes de production, d'importation, de stockage, de transport et de distribution aux stades de gros et de détail.

— **bonne pratique de fabrication (BPF)** : cette expression est utilisée lorsque aucune quantité maximale n'est spécifiée. Toutefois, les additifs alimentaires doivent être utilisés à une dose la plus faible possible et strictement nécessaire pour obtenir l'effet désiré.

— **contaminant** : toute substance qui n'est pas intentionnellement ajoutée à la denrée alimentaire mais qui est, cependant, présente dans celle-ci sous forme de résidu de la production, y compris les traitements appliqués aux cultures et au bétail et dans la pratique de la médecine vétérinaire, et ce, à tous les niveaux de fabrication, de transformation, de préparation, de traitement, de conditionnement, de l'emballage, du transport ou du stockage de ladite denrée, ou à la suite d'une contamination environnementale.

— **nourrissons** : les enfants âgés de moins de douze (12) mois.

— **enfants en bas âge** : les enfants de plus de douze (12) mois mais de moins de trois (3) ans.

— **préparation destinée aux nourrissons** : substitut du lait maternel spécialement fabriqué pour satisfaire à lui seul les besoins nutritionnels des nourrissons pendant les premiers mois de leur vie, jusqu'à l'introduction d'une alimentation complémentaire.

— **préparation de suite** : aliment destiné à constituer la partie liquide d'un régime de sevrage pour nourrissons dès six (6) mois et aux enfants en bas âge.

— **préparation pour nourrissons à des fins médicales spéciales** : substitut du lait maternel ou de préparation pour nourrissons pour satisfaire par eux-mêmes les besoins nutritionnels des nourrissons souffrant de troubles, maladies ou états pathologiques spécifiques pendant les premiers mois de vie jusqu'à l'introduction d'une alimentation complémentaire appropriée.

— **compléments alimentaires en vitamines et sels minéraux** : sont des sources concentrées de ces éléments nutritifs, seuls ou en combinaison, commercialisées sous forme de gélules, comprimés, poudre ou solution. Ils ne sont pas ingérés sous la forme de produits alimentaires habituels mais sont ingérés en petite quantité et dont l'objectif est de suppléer la carence du régime alimentaire habituel en vitamines et/ou sels minéraux.

Art. 4. — Les contaminants et les résidus de pesticides ne peuvent, en aucun cas, être considérés comme des additifs alimentaires.

Art. 5. — L'utilisation d'un additif alimentaire doit répondre aux conditions énumérées ci-après :

— préserver la qualité nutritionnelle de la denrée alimentaire ;

— servir de composant nécessaire dans les aliments diététiques ;

— améliorer la conservation ou la stabilité de la denrée alimentaire ou ses propriétés organoleptiques, à condition de ne pas altérer la nature ou la qualité de façon à tromper et induire en erreur le consommateur ;

— servir d'adjuvant dans une étape donnée du processus de mise à la consommation, à condition que l'additif alimentaire ne soit pas utilisé pour masquer les effets de l'utilisation d'une matière première de mauvaise qualité ou de méthodes technologiques inappropriées ;

Art. 6. — Seuls les additifs alimentaires énumérés à l'annexe 1 citée ci-dessous peuvent être mis à la consommation et incorporés d'une manière directe ou indirecte dans les denrées alimentaires, selon les conditions d'emploi fixées à l'annexe III citée ci-dessous, annexées à l'original du présent décret.

Art. 7. — Les concentrations maximales pour les additifs alimentaires figurant à l'annexe III, annexée à l'original du présent décret, sont fixées pour le produit fini tel qu'il est consommé.

Art. 8. — Les additifs alimentaires prévus à l'article 6 ci-dessus, doivent répondre aux spécifications d'identité et de pureté fixées par les normes algériennes ou, à défaut, par les normes admises au plan international.

Art. 9. — Seuls des additifs alimentaires halal peuvent être incorporés dans les denrées alimentaires.

Art. 10. — Outre les cas d'addition directe, l'additif alimentaire peut résulter d'un transfert à partir d'une matière première ou d'autres ingrédients utilisés pour produire l'aliment, dans la mesure où :

— l'utilisation de l'additif alimentaire est autorisée par les dispositions du présent décret dans les matières premières ou d'autres ingrédients ;

— la quantité d'additif alimentaire présente dans les matières premières ou d'autres ingrédients ne doit pas dépasser la concentration maximale fixée par le présent décret ;

ANNEXE I

**LISTE DES ADDITIFS AUTORISES
DANS LES DENREES
ALIMENTAIRES**

Annexe

SIN	Nom de l'Additif Alimentaire	Fonction(s) Technologique(s)
471	Mono- et di-glycérides d'acides gras	Emulsifiant, stabilisant et agent antimoussant
472a	Esters glyceroliques de l'acide acétique et d'acides gras	Emulsifiant, stabilisant et séquestrant
472b	Esters glyceroliques de l'acide lactique et d'acides gras	Emulsifiant, stabilisant et séquestrant
472c	Esters glyceroliques de l'acide citrique et d'acides gras	Emulsifiant, stabilisant, séquestrant, agent de conditionnement des pâtes et antioxydant synergiste
472d	Esters tartriques de mono-et di-glycérides d'acides gras	Emulsifiant, stabilisant et séquestrant
472e	Esters glyceroliques de l'acide diacetyltartrique et d'acides gras	Emulsifiant, stabilisant et séquestrant
472f	Esters mixtes acétiques et tartriques des mono et diglycérides d'acides gras	Emulsifiant, stabilisant et séquestrant
473	Esters de saccharose d'acides gras	Emulsifiant et stabilisant
474	Saccharoglycérides	Emulsifiant, stabilisant et épaississant
475	Esters polyglyceroliques d'acides gras	Emulsifiant
476	Esters polyglyceroliques de l'acide ricinoléique interesterifié	Emulsifiant
477	Esters de propylène glycol d'acides gras	Emulsifiant et stabilisant
479	Huile de soja oxydée par chauffage en interaction avec des mono- et diglycérides d'acides gras	Emulsifiant
481	Lactylates de sodium	Emulsifiant et stabilisant
481(i)	Stéaryl de sodium lactylé	Emulsifiant, stabilisant et épaississant
482	Lactylates de calcium	Emulsifiants, stabilisants
482(i)	Stéaryl de calcium lactylé	Emulsifiant, stabilisant et épaississant
483	Tartrate de stearyle	agent de traitement des farines
484	Citrate de stearyle	Antimoussant, émulsifiant et séquestrant
491	Monostéarate de sorbitane	Emulsifiant
492	Tristéarate de sorbitane	Emulsifiant
493	Monolaurate de sorbitane	Emulsifiant et stabilisant
494	Monooléate de sorbitane	Emulsifiant et stabilisant
495	Monopalmitate de sorbitane	Emulsifiant
500	Carbonates de sodium	régulateur de l'acidité, agent levant, et anti-agglomérant
500(i)	Carbonate de sodium	Régulateur de l'acidité, agent levant, antiagglomérant et stabilisant
500(ii)	Carbonate acide de sodium	Régulateur de l'acidité, agent levant, antiagglomérant et stabilisant
500(iii)	Sesquicarbonate de sodium	Sels d'ammonium de l'acide phosphatidique
501	Carbonates de potassium	régulateur de l'acidité et stabilisant
501(i)	Carbonate de potassium	Régulateur de l'acidité et stabilisant

Annexe

SIN	Nom de l'Additif Alimentaire	Fonction(s) Technologique(s)
624	L-glutamate monoammonique	Exaltateur d'arôme
625	di-L-glutamate de magnesium	Exaltateur d'arôme
626	5'-acide guanylique	Exaltateur d'arôme
627	5'-guanylate disodique	Exaltateur d'arôme
628	5'-Guanylate dipotassique	Exaltateur d'arôme
629	5'-guanylate dicalcium	Exaltateur d'arôme
630	acide 5'-inosinique	Exaltateur d'arôme
631	5'-inosinate disodique	Exaltateur d'arôme
632	5'-inosinate de potassium	Exaltateur d'arôme
633	5'-inosinate de calcium	Exaltateur d'arôme
634	5'-ribonucléotides calciques	Exaltateur d'arôme
635	5'-ribonucléotides disodiques	Exaltateur d'arôme
640	Glycine	Exaltateur d'arôme
650	Acétate de zinc	Exaltateur d'arôme
900a	Polydiméthylsiloxane	Antiagglomérant et antimoussant
901	Cire d'abeille	Agent de glaçage et agent de turbidité
902	Cire de candelilla	Agent de charge, solvant de support, nébulisant, agent d'enrobage et agent de glisse
903	Cire de carnauba	Adjuvant, antiagglomérant, agent de charge, solvant de support, agent d'enrobage et agent de glisse
904	Gomme-laque	Agent de charge, agent d'enrobage et agent de glisse
905	Cire microcristalline	Antimoussant, agent de charge et agent d'enrobage
905c (i)	Cire microcristalline	Antimoussant, agent de charge et agent d'enrobage
905d	Huile minérale, viscosité élevée	Agent d'enrobage et agent de glisse
905e	Huile minérale, viscosité moyenne et faible (catégorie I)	Agent d'enrobage et agent de glisse
907	Poly-1-décène hydrogéné	Agent de glaçage
912	Esters de l'acide montanique	Agent de glaçage
914	Cire de polyéthylène oxydée	Agent de glaçage
920	Cysteine, L- et ses chlorhydrates - sels de sodium et de potassium	Agent de traitement des farines
925	Chlore	Agent de traitement des farines
926	Peroxyde de chlore	Agent de traitement des farines
927a	Azodicarbonamide	Adjuvant et agent de traitement des farines
927b	Urée (Carbamide)	Agent de traitement des farines
928	Peroxyde de benzoyle	Agent de blanchiment (autres que pour les farines) et agent de traitement des farines
938	Argon	Inerteur

Annexe

SIN	Nom de l'Additif Alimentaire	Fonction(s) Technologique(s)
939	Hélium	Traceur
941	Azote	Gaz d'emballage et propulseur
942	Protoxyde d'azote	Propulseur, antioxydant, agent moussant et gaz d'emballage
944	Propane	Propulseur
948	Oxygène	Propulseur
949	Hydrogène	Gaz d'emballage
950	Acesulfame potassium	Edulcorant et exaltateur d'arôme
951	Aspartame	Edulcorant et exaltateur d'arôme
953	Isomalt (isomaltulose hydrogénée)	Edulcorant, antiagglomérant, agent de charge et agent de glaçage
954(i)	Saccharine	Edulcorant
954(ii)	Saccharine de calcium	Edulcorant
954(iii)	Saccharine de potassium	Edulcorant
954(iv)	Saccharine de sodium	Edulcorant
955	Sucralose (Trichlorogalactosaccharose)	Edulcorant
956	Alitame	Edulcorant
960	Glycosides de stéviol	Edulcorant
961	Neotame	Edulcorant, exaltateur d'arôme
962	Sel d'aspartame-acesulfame	Edulcorant
964	Sirop de polyglycitol	Edulcorant
965(i)	Maltitol	Edulcorant, stabilisant, émulsifiant, Humectant et agent de charge
965(ii)	Sirop de maltitol	Edulcorant, stabilisant, émulsifiant, Humectant et agent de charge
966	Lactitol	Edulcorant, agent de texture et émulsifiant
967	Xylitol	Edulcorant, humectant, stabilisant, Emulsifiant et épaississant
968	Erythritol	Edulcorant, exaltateur d'arôme et humectant
999	Extraits de quillaia	Agent moussant et émulsifiant
999(i)	Extrait de quillaia de type 1	Agent moussant
999(ii)	Extrait de quillaia de type 2	Agent moussant
1001	Sels et esters de choline	Emulsifiant
1100	Amylases	Adjuvant, enzyme et agent de traitement des farines
1101	Protéases	agent de traitement des farines, stabilisant et exaltateur d'arôme
1101(i)	Protéase	enzyme, exaltateur d'arôme, agent de traitement des farines et agent d'enrobage
1101(ii)	Papaïne	Exaltateur d'arôme
1101(iii)	Bromélaïne	Agent de traitement des farines, stabilisant et exaltateur d'arôme
1102	Glucose oxydase	Antioxydant
1103	Invertases	Stabilisant
1104	Lipases	Exaltateur d'arôme

Annexe

SIN	Nom de l'Additif Alimentaire	Fonction(s) Technologique(s)
1105	Lysozyme	Agent de conservation
1200	Polydextroses	Agent de charge, stabilisant, épaississant, humectant et agent de texture
1201	Polyvinylpyrrolidone	Adjuvant, émulsifiant, agent d'enrobage, stabilisant et épaississant
1202	Polyvinylpolypyrrolidone (insoluble)	stabilisant de la couleur, stabilisant colloïdal et stabilisant
1203	Alcool polyvinylique	Agent d'enrobage et stabilisant
1204	Pullulane	Agent de glaçage et filmogène
1503	Huile de ricin	Antiagglomérant, solvant de support, agent d'enrobage et agent de glisse
1505	Citrate triéthylique	Antimoussant, solvant de support, séquestrant et stabilisant
1517	Diacétylate de glycérol	support
1518	Alcool de benzyle	support
1519	Triacétine	humectant
1520	Propylène-glycol	Humectant, mouillant, agent de dispersion et agent de glaçage
1521	Polyéthylène-glycol	Adjuvant, antimoussant, solvant de support, émulsifiant, exaltateur d'arôme, agent d'enrobage, agent de glisse, stabilisant et épaississant

**SIN : SYSTEME INTERNATIONAL DE NUMEROTATION DES
ADDITIFS ALIMENTAIRES**