

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
جامعة عمار ثليجي بالأغواط  
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم  
FACULTE DES SCIENCES  
قسم البيولوجيا  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



## Mémoire

*En vue de l'obtention du diplôme de Master*

***Filière : Sciences Biologiques***

***Option : Microbiologie appliquée***

*Présenté par :*

KOUILI Fatima Zahra & BENTIRECHE Imane

### THEME

---

**Evaluation quantitative de l'exposition au *Staphylococcus aureus*  
de la mayonnaise consommée dans la ville de Laghouat**

---

**Jury :**

**Président :** M BECHEUR MOURAD

MAA

UAT

**Examineur :** M MOKHTAR RAHMANI M

MAA

UAT

**Rapporteur :** M ZIANE Mohammed

MCA

CUA Temouchent

**Co-Rapporteur :** Mme. BAAT S

Directrice de laboratoire vétérinaire

**Année universitaire 2017/2018**



# *Dédicace*

*Nous rends grâce à **dieu** de nous avoir donné  
la force, la patience, le courage et la volonté  
pour élaborer ce travail*

*Je dédie ce modeste mémoire à mes chers parents, pour tous leurs sacrifices,  
leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de  
mes études, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle  
gratitude. Demande leur, mon **dieu**, une vie longue et heureuse.*

*A ma chère sœur **Aicha**, et mes chers frères **Djamal, Aziz, Ahmed,**  
**Amir, Khalid, Mohammed,** pour leur appui et leur encouragement,*

*A toute ma famille : Grande mère **Aicha**, tante et oncles: **Ali, khaira, Mohammed,** et  
**Fatna**, pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,*

*Je dédie à mes chères amies : **Karouche saadia, Bouchra Sara, Widad Omlkhir,**  
**Kaltem, fethi,** Pour leur amour et leur tendresse.*

*Mon dédie spécial à tous ceux qui m'ont aidé moralement et de manière  
encourageante **Dr Gouirigue B, Dr Hadjoudja S, Dr Kias A,** poursuivre ma carrière  
malgré les obstacles.*

*A tous mes collègues de la spécialité microbiologie.*

*J'espère que mon travail sera une fierté pour mes parents et je serai heureuse pour  
moi-même.*

**Kouili fatima**



# Remerciements

*En premier, nous remercions le bon **Dieu** le tout puissant qui nous 'a donné le courage et la volonté dans notre réussite.*

*Nous exprimons nos remerciements les plus distingués à notre encadreur **Dr Ziane Mohammed** maître de conférences classe A, de centre universitaire de Ain Témouchent, en reconnaissance de sa compétence, de sa dévouement et de ses conseils judicieux qui nous ont été d'un grand soutien moral et qui nous ont amené à réaliser ce travail.*

*Et à notre co-encadreur **Mme BAAIT Semeia** directrice de laboratoire vétérinaire de Laghoua, pour ses précieux conseils, ses orientations, ses encouragements, sa compréhension et toute l'attention accordée à ce travail et à notre personne.*

*Nous tenons également à remercier **M BECHEUR M & M MOKTAR RAHMANI M**, maîtres assistants A à l'université de Laghouat d'accepter d'examiner ce travail, un grand merci !*

*Sans oublier de remercier **Dr Boulaghmen Nabil, Et Fatiha mecheikel** employés de la direction de la santé publique et **Nbeg aïssa** employés de la direction de commerce .*

*Nous tenons également à exprimer mes remerciements à tous les membres du jury, désigné parmi les enseignants du département de biologie, **Université de laghouat** , d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Et aussi de remercier tous nos enseignants de département de biologie, qui ont contribué à notre formation durant notre parcours universitaire.*

*Enfin, nous remercions tous ceux qui nous ont aidé de loin ou de près pour l'élaboration de ce travail .*

**Kouili fatima**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قال تعالى:

فَلْيَنْظُرِ الْإِنْسَانُ إِلَى طَعَامِهِ (24) أَنَا صَبَبْنَا الْمَاءَ صَبًّا (25) ثُمَّ شَقَقْنَا الْأَرْضَ شَقًّا (26) فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا (27) وَعِنَبًا وَقَضْبًا (28) وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا (29) وَحَدَائِقَ غُلْبًا (30) وَفَاكِهَةً وَأَبًّا (31) مَتَاعًا  
لَكُمْ وَلِأَنْعَامِكُمْ

صدق الله العظيم

سورة عبس الآيات (24) (31)

## *Sommaire*

<b>Liste des abréviations</b> .....	<b>i</b>
<b>Liste des tableaux</b> .....	<b>ii</b>
<b>Liste des figures</b> .....	<b>iii</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I : GENERALITE SUR LA MAYONNAISE</b> .....	<b>4</b>
I.1 Définition de la mayonnaise.....	4
I.2. Type de la mayonnaise.....	4
I.3. Ingrédients de la mayonnaise.....	5
I.4. Fabrication de la mayonnaise.....	5
I.4. 1. Préparation familiale (ou traditionnelle).....	5
I. 4. 2. Technologie de la mayonnaise au niveau industriel.....	7
I. 5. Valeur nutritionnelle de la mayonnaise.....	7
I. 6. Qualité sensorielle de la mayonnaise.....	9
I.7. Qualité microbiologique de la mayonnaise.....	11
<b>CHAPITRE II: GENERALITES SUR STAPHYLOCOCCUS AUREUS</b> .....	<b>13</b>
II. 1. Définition.....	13
II. 2. Caractéristiques de Staphylococcus aureus.....	13
II. 2. 1. Morphologie.....	13
II.2. 2. Taxonomie.....	13
II.2.3. Caractères physiologiques et biochimiques des Staphylococcus aureus.....	15
II.2.4.Toxinogénicité.....	15
II.2.5.intoxication alimentaire.....	15
II.2.6.Gestion des toxi –infection alimentaire .....	16
a. Identification et caractérisation du danger.....	17
b. Evaluation de l'exposition .....	17

c. Caractéristique du risque.....	17
-----------------------------------	----

## **CHAPITER III: MATERIEL ET METHODES..... 18**

III .1. Caractéristique de la région d'étude .....	18
III. 2. Choix des scénarios et récolte des données de consommation.....	18
III. 2. 1. Caractéristique du scénario de consommation de la mayonnaise.....	19
III. 3. Méthodologies de l'évaluation de l'exposition.....	19
III. 4. Modélisation de la concentration de Staphylococcus à coagulase positive dans la mayonnaise durant la phase de la mise en consommation.....	20
III.4. 1. Module 1 : Contamination initiale de la mayonnaise par Staphylococcus à coagulase positive.....	20
III.4. 1. 1. Prélèvements des échantillons de la mayonnaise .....	21
III 4. 1. 2. Préparation des échantillons de la mayonnaise .....	21
III 4. 1. 3. Recherche de Staphylococcus à coagulase positive dans la mayonnaise.....	22
III. 4. 1. 4.Dénombrement de SCP dans la mayonnaise.....	22
III. 4. 1. 5.Confirmation de la pureté et l'authentification des isolats.....	22
III. 4. 1. 5.1.Recherche de coagulase.....	23
III. 4. 1. 5.2.Ensemencement sur le milieu de Chapman.....	23
III.4. 2. Module 2 : Croissance de Staphylococcus à coagulase positive.....	23
III.4. 2.1. Estimation de paramètre de croissance de SCP.....	23
III.4. 2.2. Estimation de la concertation de SCP à chaque condition de astockage.....	24
III .4. 3. Estimation de nombre de personnes exposées à 5log ufc de SCP par mL de la mayonnaise.....	24
III.4. 4. Simulation .....	24

<b>CHAPITER IV: RESULTATS ET DISCUSSION.....</b>	<b>27</b>
IV. 1. Résultats de la recherche de Staphylococcus à coagulase positive.....	27
IV.2.Prévalence et concentration de SCP dans la mayonnaise consommée à la ville de Laghouat.....	28
IV.3. Prévalence et concentration de SCP dans la mayonnaise consommée à la ville de Laghouat .....	29
IV.4.Concentration de Staphylococcus aureus dans la mayonnaise au moment de la consommation.....	31
IV.4.1.Au niveau des foyers.....	31
IV.4.2.Au niveau des pizzerias .....	33
IV.5.Estimation de nombre de personnes exposées à Staphylococcus à coagulase positive.....	38
<b>Conclusion.....</b>	<b>39</b>

**Références Bibliographiques**

**Annexes**

## Résumé

La mayonnaise est aliment à large consommation, très sensible et considérés comme un milieu de culture favorable pour la croissance microbienne. *Staphylococcus aureus* contamine souvent la mayonnaise et il le deuxième agent causal des toxi-infections alimentaires en Algérie. Ce travail a pour but d'estimer le nombre probable de personnes ingérant des concentrations toxiques de *Staphylococcus aureus* dans la mayonnaise (foyers et pizzeria).

Ce travail vise, en premier temps, à rechercher cette bactérie dans la mayonnaise en utilise un milieu sélective Baird Barker en déterminant la prévalence et la concentration initiale présente dans la mayonnaise, En deuxième temps, évaluer le nombre de personnes exposées à des concentrations toxiques ( $\geq 5 \log_{10} \text{ ufc/mL}$ ) de *Staphylococcus aureus* dans la ville de Laghouat. Les résultats ont montré la présence de *Staphylococcus aureus* avec une prévalence de 71% avec une concentration médiane de 1,45 log ufc/mL. Compte tenu les conditions et la modalité de consommation et après simulation de Monte Carlo (@risk), les résultats montrent 114 et 100 personnes sont exposées à  $\geq 5 \log_{10} \text{ (ufc/mL)}$  au niveau de foyer et de pizzeria respectivement. Enfin, la prévention contre ce pathogène nécessite le stricte de respecte de température de réfrigération ainsi que les règle d'hygiènes lors d'une manipulation.

**Mot clés :** Modèle probabiliste, analyse de risque, mayonnaise, *Staphylococcus aureus*

## *Liste des abréviations*

<b>AFSSA</b>	Agence Française De Sécurité Sanitaire Des Aliments
<b>ARS</b>	Agences régionales de santé
<b>a<sub>w</sub></b>	Activité d'eau
<b>DM</b>	Dilution Mère
<b>ERM</b>	Evaluation de Risque Microbiologique
<b>FAO</b>	Food Agricultural Organization
<b>FDA</b>	Food and Drug Administration
<b>g</b>	Gramme
<b>h</b>	Heure
<b>INRA</b>	Institut National de Recherche Agronomique.
<b>max</b>	Maximale
<b>min</b>	Minimale
<b>mL</b>	Millilitre
<b>MRPM</b>	Modular Risk Process Model
<b>N°</b>	Nombre des échantillons
<b>OGA</b>	gélose base l'oxytetracycline
<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b>SCP</b>	<i>Staphylococcus à coagulase positive</i>
<b>TIAC</b>	Toxi-infection alimentaire collective
<b>TSE</b>	Tryptone Sel Eau
<b>UFC</b>	Unité Formant Colonie
<b>WHO</b>	World Health Organization
<b>μ</b>	Taux de croissance

## **List des tableaux**

Tableau 1: Teneur totale en matière grasse (APNI, 2016). .....	4
Tableau 2: Valeur nutritionnelle de la mayonnaise pour 100g (Feinberg et al., 1993). .....	8
Tableau 3: <i>Qualité sensorielle de la mayonnaise (Suzanne Léger, 2013).</i> .....	10
Tableau 4: <i>Principales contaminants bactériennes notifiées à Laghouat lié à la consommation de la mayonnaise (Source DSP Laghouat).</i> .....	12
Tableau 5: <i>Caractères distinctifs culturels de Staphylococcus aureus (Fauchere, 2002).</i> .....	14
Tableau 6: <i>Températures moyennes de la ville de Laghouat durant Mars 2018 à Mars 2019.</i> .....	18
Tableau 7: <i>Description des principales étapes de la mise en consommation de la mayonnaise (préparation, stockage et consommation) et les effets de condition de la consommation sur le niveau de contamination en SCP.</i> .....	20
Tableau 8: <i>Variables, distributions et modèles utilisés au Module H0.</i> .....	25
Tableau 9: <i>Variables, distributions et modèles utilisés au Module G.</i> .....	25
Tableau 10: <i>Concentrations de SCP prédit à différents temps et à températures de réfrigérations (Pert (4 ; 7 ; 18)).</i> .....	31
Tableau 11: <i>Concentrations de SCP prédit à différents temps et à températures de stockage de la mayonnaise au niveau de pizzeria.</i> .....	34
Tableau 12: <i>Estimation de nombre de personnes exposées à <math>\geq 5 \log 10</math> sur un total d'habitant de la ville de Laghouat.</i> .....	38
Tableau 13: <i>Estimation de nombre de personnes exposées à <math>\geq 5 \log 10</math> sur un total des clients de pizzeria durant 2018.</i> .....	38

## Liste des figures

<i>Figure 1: Principaux étapes de préparation de la mayonnaise au niveau familial. Les photos sont prises le jour de préparation par Mlle BENTIRECHE Le 25/03/2018.</i>	6
<i>Figure 2: Diagramme de fabrication industriel de la mayonnaise selon Inovex process continu (www.inoxpa.com).</i>	7
<i>Figure 3: Coloration de Gram de S. aureus (Marco Silva, 2007).</i>	13
<i>Figure 4: Répartition des points de prélèvement des échantillons à analyser dans la ville de Laghouat (image prise le 05/02/2018 de Google maps).</i>	21
<i>Figure 5: Aspects des colonies de Staphylococcus à coagulase positive sur Baird Parker.</i>	27
<i>Figure 6: Résultats du test de coagulase positive (coagulase libre). a): test de coagulase positive ; b) : Témoins milieu stérile + Plasma de lapin.</i>	28
<i>Figure 7: Aspect des colonies des isolats p4 sur milieu Chapman.</i>	28
<i>Figure 8: Distribution cumulée de dénombrement de SCP dans les échantillons de la mayonnaise analysée.</i>	29
<i>Figure 9: Distribution de probabilité de concentration de SCP dans les portions de la mayonnaise consommée.</i>	30
<i>Figure 10: Distribution de densité de probabilité des concentrations de SCP à différents temps de stockage aux frigos au niveau de ménages.</i>	32
<i>Figure 11: Distribution de probabilité des concentrations de SCP pour les temps de stockage aux frigos au niveau de ménages : scénarios ou la croissance de SCP atteint et/ou dépasse <math>5\log_{10}</math>.</i>	33
<i>Figure 12: Concentration de SCP à différents temps de stockage au froid au niveau de Pizzeria.</i>	35
<i>Figure 13: Concentrations de SCP dans la mayonnaise préparée et laissée à la table pour self service, pour les mois dont la concentration égale ou dépasse <math>5\log_{10}</math>.</i>	36
<i>Figure 14: Concentrations de SCP dans la mayonnaise aliquotée à chaque demande de la part de client (servir dans des assiettes), pour les mois dont la concentration égale ou dépasse <math>5\log_{10}</math>.</i>	37

# **INTRODUCTION**

La mayonnaise est l'une des sauces les plus anciennes et les plus utilisées dans le monde. Il a été commercialisé au début des années 1900, tandis qu'en 1917 à 1927 qu'elle est devenue populaire en Amérique (Harrison and Cunningham, 1985). Depuis, le marché de la mayonnaise est lancé et reconnu un développement des saveurs et des ingrédients (McClements, 2005).

La mayonnaise est une émulsion d'huile dans l'eau qui contient entre 70 à 80% de matières grasses. Les émulsions huile dans l'eau sont constituées de gouttelettes d'huile finement (1  $\mu\text{m}$  à 20  $\mu\text{m}$ ) dispersées dans une phase continue d'eau ou d'une solution aqueuse diluée (Snyder et Kwon, 1987). Cette émulsion est améliorée par l'intégration des œufs et d'autres ingrédients de saveur.

Bien que la mayonnaise ait une bonne teneur en nutriments, un bon goût et une bonne saveur. Elle est composée de différents groupes d'aliments (œufs, huiles, moutard, épices...etc.) qui combineraient leur contenu microbien. Elle constitue un bon milieu de culture pour les micro-organismes (Frazier, 1978) apportés par les ingrédients et/ou durant la préparation.

En effet, trois microorganismes pathogènes sont souvent rencontrés dans la mayonnaise à savoir notamment *Salmonella* spp. *Clostridium perfringens* et *Staphylococcus aureus* (Radford and Board, 1993). La présence de ces microorganismes est souvent influencée par le pH de la mayonnaise.

Par ailleurs, d'autres microorganismes comme *Escherichia coli*, *Germes aérobies à 30°C*, *Levure et moisissure* peuvent survivre à l'environnement acide de la mayonnaise (Robinson, 2005).

À Laghouat, 196 cas de TIA ont été notifiés entre Mai 2010 et Aout 2017 liés à la consommation de la mayonnaise (Source DSP, Laghouat) dont le germe impliqué est souvent *Salmonella*. Par ailleurs, la majorité des intoxications traduites par des troubles gastro-intestinaux échappe de l'enregistrement, et même de traitement au niveau des services concernés. Par conséquent, une sous-estimation du nombre réel des TIA notifiés, d'autre problème lié à la détermination de l'agent causal, et que la majorité des agents causaux sont déterminés par la survenue des symptômes qui peuvent créer de la confusion avec d'autres pathogènes.

Dans ce travail, nous tenterons de nous concentrer sur *Staphylococcus aureus*, bactérie ubiquitaire des aliments et de l'environnement. Elle est pathogène due à une entéro-toxine

(stable à la chaleur et à l'acidité) produite dans l'aliment. Elle est le deuxième agent causal des TIA en Algérie.

Ce travail vise à évaluer le nombre probable des personnes exposées à des concentrations toxique de *Staphylococcus* à coagulase positive dans la mayonnaise consommée dans la ville de Laghouat. Pour atteindre cet objectif, nous avons recherché cette bactérie dans la mayonnaise fabriquée à la maison, et celle consommée à la pizzeria.

**CHAPITRE I**  
**GENERALITES SUR LA MAYONNAISE**

# Chapitre 1 : Généralités sur la mayonnaise

## I. 1. Définition de la mayonnaise

La mayonnaise est un aliment hypercalorique stabilisé par des jaunes d'œufs (Roche et al, 1998). Elle représente une émulsion de type « directe » complexe, finement dispersée, stable, nourrissante, grasse, dans laquelle la phase dispersée est distribuée sous forme de gouttelettes fines au sein du milieu de dispersion dont les deux phases étant séparées par des interfaces (Thiam, 2010). Elle est considérée également une sauce condimentaire obtenue en émulsionnant une ou plusieurs huiles végétales comestibles dans une phase aqueuse constituée par du vinaigre (Fic Europe, 2006). Généralement, l'émulsion huile-phase aqueuse étant produite en utilisant du jaune d'œufs de poule (APNI 4682 : 2016). Les différentes formulations de mayonnaises se distinguent principalement par la composition, le type du stabilisateur et de l'émulsifiant (Depree et Savage, 2001).

## I. 2. Type de la mayonnaise

Les émulsions sont de différents types selon la nature des phases dispersée et continue: directes et notées huile-dans-eau lorsque la phase dispersée est l'huile.

Le tableau 1 montre les différents types de la mayonnaise selon le teneur en matière grasse.

**Tableau 1: Teneur totale en matière grasse (APNI, 2016).**

Teneur totale en matière grasse (% en MG : x)	Dénominations
$X \geq 77$	Mayonnaise
$50 \leq x < 77$	Sauce à la mayonnaise
$25 \leq x < 50$	Mayonnaise allégée en huiles ou en matières grasses (M. G)
$25 < x < 35$	Mayonnaise à teneur en lipides réduite

# Chapitre 1 : Généralités sur la mayonnaise

---

## ***I. 3. Ingrédients de la mayonnaise***

La mayonnaise est définie par la norme d'identité de la FDA (Food and Drug Administration) comme aliment semi-solide émulsifié préparé à partir d'huiles végétales, œufs, d'un ou plusieurs ingrédients acidifiants (vinaigre, jus de citron et / ou de lime), plus d'ingrédients facultatifs qui incluent le sel, l'hydrate de carbone nutritif, les édulcorants, l'épice, le glutamate, mono- sodium, les séquestrant, et les inhibiteurs de cristallisation.

La mayonnaise, dans sa recette originale ne contient pas moins de 65% d'huile (Snyder, 2002) et les gouttelettes sont relativement proches les unes des autres (Rousselle, 2007). La floculation est alors favorisée et la coalescence devient rapidement le phénomène dominant (Kiosseoglou et Sherman, 1983). La mayonnaise présente des propriétés viscoélastiques dues au réseau formé par les lipoprotéines adsorbées autour des gouttes d'huile avoisinantes (Ma et Canovas, 1995). A cet effet, elle a une structure de type gel faible.






## ***I. 4. Fabrication de la mayonnaise***

La mayonnaise consommée est peut être fabriquée au niveau industriel et/ou au niveau familial. Généralement, la stabilité de la mayonnaise dépend de plusieurs facteurs tels que la quantité d'huile, la quantité de jaune d'œuf, la viscosité et le volume relatif de la phase huileuse en phase aqueuse, la méthode de mélange, la qualité de l'eau et la température (Harrison and Cunningham, 1985).

### ***I. 4. 1. Préparation familiale (ou traditionnelle)***

Au niveau familial, le procédé de fabrication de la mayonnaise se diffère d'une famille à une autre. Cependant, quel que soit la façon procédée, le principe reste le même (Figure 1). Les ingrédients et leurs quantités sont choisis en fonction de l'objectif de préparation. Elle est traditionnellement préparée à partir d'un mélange de jaune d'œuf, de vinaigre, d'huile et d'épices (en particulier de moutarde); Il peut également inclure du sel, du sucre ou des édulcorants et d'autres ingrédients optionnels (Depree and Savage, 2001).

## Chapitre 1 : Généralités sur la mayonnaise

	<p>1. Préparation des ingrédients : œuf, Sel, Ail, Vinaigre, Moutarde...etc.</p>
	<p>2. Mélange de deux jaunes et blanc d'œufs (chaque œuf nécessite 250g d'huile) avec une cuillère sel, ail, vinaigre et moutarde...etc.</p>
	<p>3. Ensuite, le huile est versé au fera mesure en battant le mélange.</p>
	<p>4. Une goutte de vinaigre ou d'huile au citron est ajoutée puis on continue à battre en versant encore de l'huile petit à petit. La quantité de l'acidifiant et dépend de préparation.</p>
	<p>5. La mayonnaise est prête une fois, le mélange est monté</p>

*Figure 1: Principaux étapes de préparation de la mayonnaise au niveau familial. Les photos sont prises le jour de préparation par Mlle BENTIRECHE Le 25/03/2018.*

# Chapitre 1 : Généralités sur la mayonnaise

## I. 4. 2. Technologie de la mayonnaise au niveau industriel

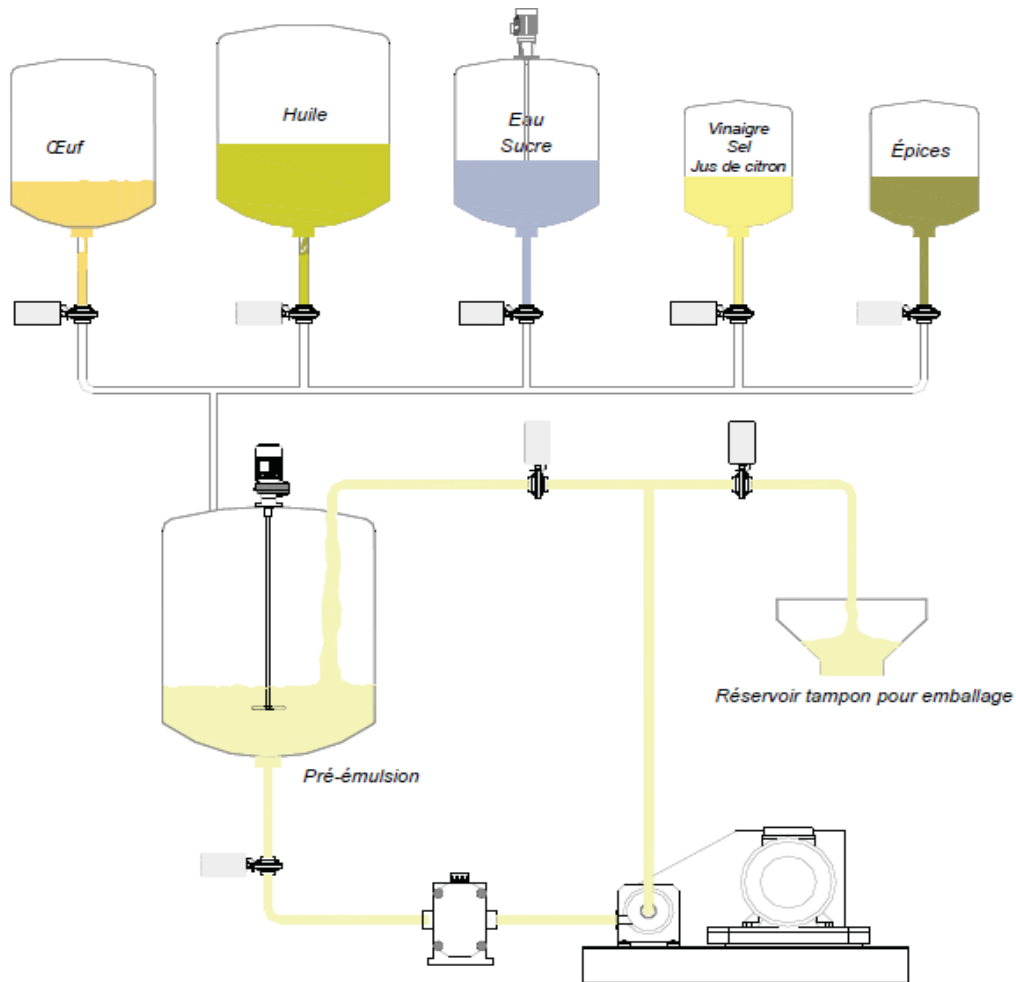


Figure 2: Diagramme de fabrication industrielle de la mayonnaise selon Inovex process continu ([www.inoxpa.com](http://www.inoxpa.com))

## I. 5. Valeur nutritionnelle de la mayonnaise

La valeur nutritionnelle de la mayonnaise est étroitement liée aux ingrédients utilisés durant la préparation.

L'œuf fournit au mélange de protéines, lipides (saturés, mono-insaturés, polyinsaturés), hydrate de carbone, le calcium, et les huiles végétales contenant, des mono-glycérides et des di-glycérides, des acides gras libres, les phospholipides, les stérols, tocophérols, les caroténoïdes, chlorophylle, vitamines, E, A et D. Par ailleurs, les épices fournissent les minéraux comme le calcium, le fer, le phosphore, le manganèse et le zinc, ainsi que des quantités significatives de  $\beta$ -carotène et de vitamine C (Mann et Truswell, 2002). De plus, la mayonnaise contient du sel et de l'eau.

## Chapitre 1 : Généralités sur la mayonnaise

---

La mayonnaise a été identifiée également comme une source puissante de vitamine A et de vitamine E (Yochum et al. 2000).

La farine de moutarde dans certaine mesure donne à la mayonnaise une saveur caractéristique car elle provient de différentes graines et contient deux sortes d'huiles : huile fixe ou non volatile et huile aromatique (Lowell et Kilgore 2006).

Par ailleurs, en 1996, une étude publiée par le New England Journal of Medicine a révélé une réduction significative du risque de maladie cardiaque chez les femmes qui mangeaient le plus d'aliments riches en vitamine E, comme la mayonnaise et les vinaigrettes crémeuses (Gibson. 2006).

Le tableau 2, ci-après synthétise la valeur nutritionnelle de la mayonnaise.

**Tableau 2: Valeur nutritionnelle de la mayonnaise pour 100g (Feinberg et al., 1993).**

Valeurs nutritionnelles	Pour 100g
Energie	710kcal
Protéines (g)	1,3
Glucides (g)	0,7
Lipides (g)	78
Cholestérol (mg)	165
Sodium (mg)	410
Rétinol (µg)	64
B-carotène (µg)	50
Vitamine D (µg)	0,5
Vitamine E (mg)	17
Thiamine (mg)	0,02
Riboflavine (mg)	0,05
Vitamine B6 (mg)	0,03
Niacine (mg)	0,05
Eau	20

## **Chapitre 1 : Généralités sur la mayonnaise**

---

### ***I. 6. Qualité sensorielle de la mayonnaise***

Les indicateurs qualité organoleptiques des échantillons de la mayonnaise ont été déterminées par les critères suivants : apparence, texture, goût, odeur et couleur (Tableau 3).

## Chapitre 1 : Généralités sur la mayonnaise

Tableau 3: Qualité sensorielle de la mayonnaise (Suzanne Léger, 2013).

Qualité sensorielle de la mayonnaise					
	L'odeur et L'arome	L'aspect	la saveur	la texture	La flaveur
<b>Définition de chaque qualité et déterminer sens responsable</b>	<p>l'odorat, un des premiers sens par lesquels nous entrons en contact avec les aliments.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les substances odorantes volatiles sont aspirées par le nez, par voie directe.</li> <li>▪ Les substances odorantes volatiles se rendent aux fosses nasales par voie retronasale.</li> </ul>	<p>est la propriété organoleptique qui correspond à la perception de toutes les caractéristiques visuelles (à l'œil) d'un produit : la couleur, la forme, la dimension et l'apparence.</p>	<p>Les saveurs élémentaires sont les saveurs associées à des récepteurs gustatifs particuliers lorsqu'ils sont stimulés par des composés chimiques spécifiques. Les saveurs le plus connue : sucré, salé, acide, amer, saveur métallique.</p>	<p>La texture comprend toutes les sensations tactiles perceptibles par les doigts, les lèvres, le palais et les surfaces buccales.</p>	<p>une propriété qui fait appel à plus d'un sens : l'odorat, la gustation et le toucher (aromes +saveur+sensation=flaveur).</p>
<b>Qualité sensorielle de la mayonnaise</b>	<p>La mayonnaise prend l'odorant de vinaigre ou citron ou ail selon les ingrédients utilisés</p>	<p>Couleur de la mayonnaise soit blanc (mayonnaise préparé a partir de blanc d'œuf) ou jaune (préparé à partir de jaune d'œuf ou contient le moutard</p>	<p>La mayonnaise est un aliment salé, acide</p>	<p>La texture de la mayonnaise est sous forme d'une émulsion</p>	<p>La mayonnaise est un aliment de texture émulsion de saveur acide salé, avec un odorant de vinaigre ou citron ou ail</p>

# Chapitre 1 : Généralités sur la mayonnaise

---

## *I. 7. Qualité microbiologique de la mayonnaise*

La mayonnaise, comme tous les aliments riches en matières grasses, est susceptible de se détériorer en raison de l'auto-oxydation; sa stabilité dépend du type d'huile utilisée. Le sel, ainsi que le vinaigre et la moutarde sont importants dans le développement de la saveur et de la stabilité et semblent influencer le taux d'oxydation de l'huile dans l'émulsion (Depree and Savage, 2001).

La contamination microbiologique de la mayonnaise est relativement stable, en raison de leurs faibles valeurs de pH (Smittle, 1977, Radford et Board, 1993). De plus, une teneur élevée en matières grasses est un environnement inapproprié pour la croissance microbienne. Néanmoins, des extraits d'herbes et d'épices naturelles peuvent être utilisés comme ingrédients supplémentaires pour améliorer la qualité microbiologique. La contamination microbiologique de la mayonnaise est synthétisée dans le tableau 4 principalement déclarée à Laghouat comme cause des TIA.

## Chapitre 1 : Généralités sur la mayonnaise

Tableau 4: Principales contaminants bactériennes notifiées à Laghouat lié à la consommation de la mayonnaise (Source DSP Laghouat).

Germes	Origine	Incubation	Symptômes	Cause	Références
<b>Salmonella</b>	Œufs et préparations à base d'œufs non ou peu cuits.	6 à 72 h et habituellement de 12 à 36 h.	Diarrhée, forte fièvre, Maux de tête, Douleurs abdominales, vomissements. Durée : 2 à 3 jours, parfois plus.	Non-respect de la chaîne du froid	Robinson et al. (2000)  Harizi (2009)
<b>Staphylococcus aureus</b>	Œufs, épices, manipulateurs, matériaux...etc.	De 30 minutes à 8 heures, Habituellement de 2 à 4 h.	Nausées, Vomissements, Douleurs abdominales, Crampes, Diarrhée.  Les symptômes disparaissent habituellement après 24 heures	Non-respect des règles d'hygiène au cours de la préparation ;  Non-respect de la chaîne du froid ; Plats préparés à l'avance	Loir Y. et Gautier M. (2009)
<b>E. coli</b>	Œufs, Matériaux...etc.	De quelques heures à plusieurs jours	Crampes d'estomac, diarrhée, vomissements, fièvre < 38,5°. Durée : environ 5 jours	Contamination fécale	Berche (2003)

## **Chapitre II**

### **Généralités sur *Staphylococcus aureus***

### II. 1. Définition

*Staphylococcus aureus* ou *Staphylococcus* doré, est un germe ubiquitaire, commensale de la peau et des muqueuses de nombreux mammifères, y compris l'homme (Marignac, 2009). Il se trouve surtout dans les fosses nasales et le pharynx (20 à 50 % des individus), dans le tube digestif (Marco Silva, 2007). Par ailleurs, il se trouve aussi comme saprophyte dans l'environnement. La transmission peut survenir d'homme à homme, d'animal à homme mais aussi par des objets contaminés, les poussières, les vêtements, les aliments...etc (Marco Silva, 2007).

### II. 2. Caractéristiques de *Staphylococcus aureus*

#### II. 2. 1. Morphologie

*Staphylococcus aureus* est une coque Gram positive, de 0.8 à 1 µm de diamètre, disposé en amas, en diplocoque, en court chaînette, voire en grappe de raisin (Djelouat, 1990), (Figure 3). Ils sont immobiles, non sporulés, ne possédant pas de capsule visible au microscope optique sauf pour de très rares souches, d'autres forment des colonies mucoïdes et sont entourées d'une pseudo-capsule (Couture, 1990).



Figure 3: Coloration de Gram de *S. aureus* (Marco Silva, 2007).

#### II. 2. 2. Taxonomie

Le *Staphylococcus aureus* étant un organisme vivant procaryote classé dans le règne *bacteria* puis dans le phylum *firmicutes*.

## Chapitre 2 : Généralités sur *Staphylococcus aureus*

Sa taxonomie complète le positionne dans la classe des *Bacilli* puis dans l'ordre des *Bacilliales*. En 2001, les chercheurs Garrity et Holt ont proposé de radier les *S. aureus* de la famille des *Micrococcaceae* (genre *Micrococcus* et *Stomatococcus*) grâce l'analyse des séquences de la sous-unité 16S de l'acide ribonucléique ribosomique (ARNr 16S) ainsi que d'autres analyses génétiques (Dworkin et al., 2006).

Sa position taxonomique est maintenant bien définie et il a une famille à son nom : *Staphylococcaceae* (Dworkin et al., 2006). Cette famille comporte les genres *Gemella*, *Jeotgalicoccus*, *Salinicoccus*, *Macrococcus*, ainsi que le plus important le genre *Staphylococcus*. On retrouve donc *S. aureus* dans le genre *Staphylococcus*.

### II. 2. 3. Caractères physiologiques et biochimiques des *Staphylococcus aureus*

Toutes les souches produisent une catalase mais pas d'oxydase. Ainsi, les souches de *S. aureus* sont: indole -, acétone +, uréase +, réduisant le téllurite de potassium et les nitrates en nitrites, et produisant de l'ammoniaque à partir de l'arginine (Kloos et al., 1990).

*S. aureus* possède également un équipement enzymatique lui permettant de métaboliser de nombreux et divers substrats glucidiques, protéiques et lipidiques (Ferron, 1984).

Le métabolisme glucidique est particulièrement intéressant. La plupart des sucres sont fermentés; (glucose, saccharose, lévulose, lactose et mannitol), le glucose est utilisé en anaérobiose et aérobie ainsi que le mannitol. L'utilisation du mannitol est une indication importante parce que ce polyalcool est fermenté par *S. aureus* et *S. epidermidis* (Fauchere, 2002 ; Fasquelle, 1974) (Tableau 5).

Le germe présente une forte résistance aux agents désinfectants et antiseptiques, mais sensible aux radiations ionisantes.

Tableau 5: Caractères distinctifs culturels de *Staphylococcus aureus* (Fauchere, 2002).

	Espèce <i>S. aureus</i>	Autres espèces de staphylocoques
Aspecte des colonies	Pigment doré	Blanchets
Milieu de chapman	Acidification du mannitol (jaune)	Pas d'acidification du Mannitol (rouge) sauf <i>S. epidermidis</i>
Staphylo-coagulase	Positive	Négative

### **II. 2. 4. Toxinogénicité**

Cette bactérie est un pathogène opportuniste dont le pouvoir pathogène résulte de plusieurs sécrétion particulière notamment des enzymes (coagulas, fibrino-lysine ou staphylokinase, hyaluronidases, exfoliative hémolysine) qui lui confèrent son pouvoir toxique.

Elles produisent également une toxine appelée « entérotoxine staphylococcique ». Elle est différente des autres entérotoxines dont la structure est constitués d'une seule chaîne d'acide aminée (Leyral et Vierling, 2001). Ce sont des protéines thermostables de poids moléculaire compris entre 25000 et 35000, solubles dans l'eau et les eaux salines (Ait abbelouahab, 2001).

Il en été identifié : A, B, C1, C2, C3, D, E, F et G. L'entérotoxine A est responsable de 80 % des intoxication déclarées (Diep et *al.*, 2008). Elle résiste à l'acidité gastrique et aux traitement thermique assez important (Bonneyoy et *al.*, 2002). On la rencontre dans les toxémies staphylococciques et plus particulièrement lors d'un choc toxique staphylococcique caractérisé par de l'hypotension, une hypo-albuminémie, une fièvre, un œdème important et des dysfonctionnements organiques multiples (Diep et *al.*, 2008).

### **II. 2. 5. Intoxication alimentaire**

Les intoxications alimentaires à *S. aureus* sont dues à une entéro-toxine (stable à la chaleur et à l'acidité) produite dans l'aliment ingéré tel que la mayonnaise. La toxine est responsable de trouble important de la digestion qui se manifeste en six heures après ingestion de la nourriture incriminée contenant la toxine. Il se traduit par de violents vomissements accompagnés le plus généralement par des nausées, diarrhées. Mais l'intoxication à *S. aureus* n'est en générale pas mortelle pour un individu en bonne santé par contre elle provoque un problème grave pour les individus affaiblis par d'autre problème de santé. Elle guérit presque spontanément dans les 24h suivant l'apparition des symptômes. L'apparition d'une intoxication à *S. aureus* supposé deux condition :

- L'aliment contaminé doit être approprié pour la croissance et la production de la toxine de la bactérie ;
- L'aliment doit rester à une température qui permet la croissance de la bactérie (Perry, 2004)

### II. 2. 6. Gestion des toxi-infections alimentaires

La nouvelle mesure de gestion de risque de toxi-infections alimentaires et/ou la sécurité alimentaire des aliments repose sur l'analyse du risque microbiologique dans les aliments. Cette démarche comporte trois volets : évaluation du risque, communication du risque et en fin la gestion du risque (Mezhoud., 2009).

L'évaluation du risque est une technique qui est utilisée pour estimer la probabilité d'occurrence d'un danger et la sévérité de l'effet adverse. L'ensemble est fondé sur une base de données scientifique collectée à tous les niveaux du processus de la production à la consommation du produit. A partir d'une modélisation mathématique, elle définit le ou les paramètre(s) et le ou les niveau (x) d'interventions que l'on pourra moduler pour minimiser ou éliminera un microorganisme (Nauta, 2000).

Le résultat du processus d'évaluation du risque doit fournir idéalement une représentation claire et équilibrée d'information concernant une situation spécifique, décrite en termes de probabilités et l'impact d'un événement défavorable (Lammerding, 1997).

La crédibilité de l'évaluation du risque est basée sur sa capacité de tenir compte de la variabilité et l'incertitude de chaque paramètre appliqué dans l'estimation finale du risque (Lammerding, 1997).

Ainsi, l'objectif de l'évaluation du risque peut varier selon l'acteur concerné :

- Pour l'industrie alimentaire : l'objectif est d'évaluer la sûreté des produits et le niveau de sécurité microbiologique au moment de la consommation ;

Quant aux autorités de la santé publique : leur objectif est de quantifier le risque attribué à la consommation de certains produits alimentaires (FAO/OMS, 1999). L'approche quantitative permet de traduire des données et des informations quantitatives et de les incorporer dans un système d'équations mathématiques, constituant un modèle, qui mettent en relation les éléments contribuant au risque. Dans le cadre d'une appréciation du risque, qui requiert de la transparence, l'approche quantitative est adéquate puisqu'une justification scientifique et objective des résultats peut être fournie.

C'est pour cette raison que l'on fait le plus souvent appel aux simulations de Monte-Carlo, qui reste l'approche la plus utilisée aujourd'hui pour l'appréciation quantitative des risques microbiologiques dans les aliments (Cassin et *al.*, 1998; Parsons et *al.*, 2005; Vose, 1998; Vose, 2000). Le choix des distributions de probabilités et la description des sources d'incertitude et de variabilité sont primordiales pour la compréhension et l'évaluation des modèles (Anonymous, 1997).

## ***Chapitre 2 : Généralités sur Staphylococcus aureus***

---

Pour l'approche quantitative, le risque estimé peut être déterministe ou stochastique (Coleman et Marks, 1999)

La méthodologie de l'évaluation du risque se fait en trois étapes :

**a) Identification et caractérisation du danger :**

Il s'agit d'identifier les couples aliments-pathogènes pour lesquels existent un danger, il est pouvant provoquer des effets néfastes sur la santé humaine et d'étudier les mécanismes d'action du toxique ainsi que sa cinétique dans l'organisme (absorption, métabolisme et élimination) (Barlow et *al.*, 2002).

**b) Evaluation de l'exposition :**

Il s'agit de quantifier l'exposition des individus d'une population donnée à l'agent pathogène étudié sur une période suffisamment longue en comparaison des effets étudiés (Kroes et *al.*, 2002). Ensuite, d'évaluer la consommation des aliments incriminés et leur contamination pour estimer l'exposition.

**c) Caractérisation du risque :**

Il s'agit ensuite de comparer l'exposition aux doses tolérables ou relations dose-réponse obtenues dans l'étape de caractérisation du danger (Renwick et *al.*, 2003).

# **Chapitre III**

## **Matériel et méthodes**

Ce travail a été réalisé au laboratoire de maladie animale régional de la wilaya de Laghouat, pendant un mois compté de 19 Février 2018. Ce laboratoire a été créé en 1989 par l'arrêté ministériel n°40/SM du 10/01/1989. C'est une institution sous la direction de l'institut National de la médecine vétérinaire. C'est un établissement public à caractère non lucratif vise à analyser et diagnostiquer les maladies vétérinaires.

Les analyses microbiologiques se sont déroulées au service hygiène alimentaire sous la direction de Madame la directrice de laboratoire vétérinaire régional de la wilaya de Laghouat.

### **III. 1. Caractéristique de la région d'étude**

Cette étude a été réalisée sur la population de la ville de Laghouat 520.188 d'habitants (Andi, 2013). Elle est située au centre de l'Algérie (hauts plateaux) à 400Km d'Alger vers le Sud (cf. figure 09). Elle est limitée par les wilayas suivantes : au Nord : Tiaret, au Sud : Ghardaïa, à l'Est : Djelfa et à l'Ouest : El-Bayadh (Andi, 2013). Cette dernière se caractérise par un climat saharien et aride dont la température moyenne saisonnière est entre 7,45°C et 27°C (<http://www.meteo.dz/index.php>) (Tableau 6) La température saisonnière est un facteur de risque dans le cas de toxi-infections alimentaires.

**Tableau 6: Températures moyennes de la ville de Laghouat durant Mars 2017 à Décembre 2018.**

	Mar s	Avril	M ai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobr e	Novemb re	Décembr e
Température minimale moyenne (°C)	6	8,9	13,5	18,4	21,6	20,6	17,1	11,4	5,8	3,4
Température maximale (°C)	18,1	22,8	26,8	32,6	36,3	35,3	30	23,5	18,1	13,4
Température moyenne (°C)	12	15,8	20,1	25,5	28,9	27,9	23,5	17,4	11,9	8,4

Source : <https://fr.climate-data.org/location/3250/>

### **III.2. Choix des scénarios et récolte des données de consommation**

Au premier lieu, des données épidémiologiques sur les cas de toxi-infections alimentaires liées à la consommation de la mayonnaise, et les germes impliqués, étaient récoltées de la direction santé public (nombre des cas infectés) et laboratoire de l'hôpital Ahmed Ben Adjila de Laghouat pour les années 2010-2017.

En basant, sur les données épidémiologiques, deux scénarios ont été sélectionnés suite à fort cas de TIA signalés durant cette période (1) consommation familiale (préparée à la

maison), et (2) à la consommation collective (cas des restaurations commercial de type pizzeria).

### ***III.2. 1. Caractéristique du scénario de consommation de la mayonnaise***

Un modèle d'évaluation quantitative de l'exposition à un pathogène nécessite l'ensemble des données sur la consommation de la denrée alimentaire étudiée et le pathogène incriminé. A cet effet, les données de la modalité de la consommation de la mayonnaise dans la ville de Laghouat ont été récoltées par distribution des questionnaires (Annexe 1) auprès des consommateurs (les familles) et les Pizzeria. La distribution des questionnaires a été effectuée suivant la méthode de « la boule de neige ».

Les questionnaires renseignent surtout sur l'ensemble des conditions environnementales influant la croissance et/ou la survie de *Staphylococcus* à coagulase positive, d'un côté. D'autre côté, ils renseignent également sur les facteurs interférant le nombre de personnes exposées (Fréquence de consommation, quantité consommée, fréquence de réalisation de chaque température de stockage et son temps d'attente...etc.).

Les données récoltées étaient utilisées comme des entrées (input) au modèle de l'évaluation de l'exposition pour *Staphylococcus* à coagulase positive lié à la consommation de la mayonnaise. A cet effet, dans ce travail, les données étaient traitées comme outils et pas comme résultats.

### ***III.3. Méthodologies de l'évaluation de l'exposition***

Comme l'ensemble des modèles de l'évaluation quantitative de l'exposition aux dangers microbiologiques, le modèle construit pour *Staphylococcus* à coagulase positive lié à la consommation de la mayonnaise était basé aussi sur le concept « Modular Risk Process Model » (MRPM) présenté par Nauta (2001). Il consiste à diviser la phase de la mise en consommation en trois modules selon leur effet sur la dose (concentration de bactéries) : (module 1 :  $H_0$ ), la croissance (Module 2 : G) et l'inactivation (Module 3 : I) de *Staphylococcus* à coagulase positive (Figure 7).

**Tableau 7: Description des principales étapes de la mise en consommation de la mayonnaise (préparation, stockage et consommation) et les effets de condition de la consommation sur le niveau de contamination en SCP.**

Module	Étape	Processus /critère	Temps (h)	Effet sur	
				Prévalence	[SCP ufc/mL]
<b>Module H<sub>0</sub></b>	Vendeur et/ou cuisine	Moment de vente/préparation	t=0	=	=
<b>Module G</b>	Transport	Température de transport	t≠0	+	+
				+	+
	Stockage réfrigérateur au foyer/pizzeria	Température de stockage	t≠0	+	+

= pas d'effet sur la concentration ; + : augmentation.

### **III. 4. Modélisation de la concentration de *Staphylococcus* à coagulase positive dans la mayonnaise durant la phase de la mise en consommation**

La concentration de SCP est modélisée durant la phase de la mise en consommation comportant les deux modules (Module H<sub>0</sub> et Module G).

#### **III. 4. 1. Module 1 : Contamination initiale de la mayonnaise par *Staphylococcus* à coagulase positive**

*Staphylococcus* à coagulase positive est recherché puis dénombré dans les échantillons de la mayonnaise consommée à la ville de Laghouat. Les échantillons sont prélevés des Pizzeria et/ou des ménagers. L'échantillonnage a été réalisé selon la méthode dite « aréolaire ». Cette méthode consiste à repérer des points de prélèvement d'une façon au hasard sur carte de satellite de la ville de Laghouat (Figure 4).



**Figure 4: Répartition des points de prélèvement des échantillons à analyser dans la ville de Laghouat (image prise le 05/02/2018 de Google maps).**

### **III. 4. 1. 1. Prélèvements des échantillons de la mayonnaise**

Au total 7 échantillons de la mayonnaise ont été prélevés. 4 échantillons ( $P_1$  à  $P_4$ ) étaient prélevés à partir des 4 différents Pizzeria de la ville de Laghouat. Par ailleurs, un échantillon ( $M_1$ ) ont été prélevé de ménagers (préparée par le consommateur). Ces échantillons sont prélevés par une spatule stérile puis déposé dans des boites à urine stérile.

Cependant, deux autres échantillons  $G_1$  et  $G_2$  ont été prélevés au niveau d'un magasin (ville de Laghouat) dans son conditionnement en plastique. Ce dernier échantillon a été analysé à différents temps (juste après prélèvement, 15 jours puis 30 jours après l'ouverture de conditionnement). Les échantillons ont été prélevés aléatoirement et sans être informé les chefs de Pizzeria de la réalisation de prélèvement (facteur de surprise).

### **III. 4. 1. 2. Préparation des échantillons de la mayonnaise**

Les échantillons de la mayonnaise à analyser étaient préparés selon le Journal officiel N°70 de 26 Rajab 1425 correspondant au 11 septembre 2004 rendant obligatoire une méthode de préparation des échantillons pour essai et dilutions en vue de l'examen microbiologique.

Elle consiste, d'abord, à préparer une série des dilutions décimales. Au préalable, 25g de l'émulsion de mayonnaise était pesé puis introduit aseptiquement dans un sachet stérile de type « stomacher » contenant au préalable 225ml de diluant « Tryptone Sel Eau (TSE) ».

Ensuite, le mélange était homogénéisé dans un broyeur de type « stomacher » pendant 1 à 2 minutes. Cette suspension constitue alors la dilution mère (DM) qui correspond donc à la dilution 1/10 ( $10^{-1}$ ). A partir de cette dilution une deuxième dilution de  $10^{-2}$  a été préparée.

### **III. 4. 1. 3. Recherche de *Staphylococcus* à coagulase positive dans la mayonnaise**

La recherche de *Staphylococcus* à coagulase positive a été réalisée suivant la procédure décrite par la réglementation Algérienne (JO N° 68 du 23 Novembre 2014).

Elle consiste à isoler les cellules de SCP sur milieu Baird Parker; au jaune d'œuf et au tellurite de potassium à 1%. En fait, un volume de 250  $\mu$ L de chaque dilution était ensemencé sur des boîtes de Pétri de 90 mm puis incubé à 37°C pendant 24h.

Les colonies caractéristiques sont noires, brillantes et convexes (1 à 1.5 mm de diamètre après 24h d'incubation et 1.5 à 2.5mm de diamètre après 48 h d'incubation) et entourées d'une auréole d'éclaircissement.

### **III. 4. 1. 4. Dénombrement de *Staphylococcus* à coagulase positive dans la mayonnaise**

Les colonies comptées sont les colonies présumées de *Staphylococcus* à coagulase positive selon la formule suivante :

$$N = \frac{\sum C}{V \times (n_1 + n_2 \times 0,1) \times d}$$

Où :

$\Sigma C$  : nombre de colonies comptées sur une boîte retenue des dilutions effectuées dont le nombre compris entre 30 et 300 colonies;

V : volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en millilitres;

$n_1$  : nombre des boîtes retenues à la première dilution;

$n_2$  : nombre des boîtes retenues à la seconde dilution;

d : taux de dilution correspondant à la première dilution retenue.

### **III. 4. 1. 5. Confirmation de la pureté et l'authentification des isolats**

La confirmation de la pureté et l'authentification de *Staphylococcus* à coagulase positive était basée sur l'observation microscopique après coloration de Gram (cf. annexe II). Ensuite, d'autres tests complémentaires, la recherche de la catalase (cf. annexe III) et la production de coagulase, ont été réalisés pour confirmer l'appartenance d'isolats au groupe de

*Staphylococcus* à coagulase positive. Par ailleurs, l'ensemencement des isolats sur milieu Chapman, permet de vérifier l'authentification de SCP à *Staphylococcus aureus*.

### III. 4. 1. 5. 1. Recherche de la coagulase

La recherche de coagulase consiste à préparer une pré-culture d'une nuit à partir d'un bouillon BHIB (bouillon cœur-cerveille) puis incubée à 30°C.

Ensuite, mis dans un tube à hémolyse 0.5 ml d'une culture de staphylocoques de 24 h en bouillon et, on y ajoute 0.5 ml de plasma de lapin (contenu dans un tube stérile à hémolyse avec anticoagulant EDTA). La coagulation est examinée durant 4 à 6 heures à 37°C. Les souches de *Staphylococcus* à coagulase positive provoquant la coagulation du plasma le plus souvent les trois premières heures, Un test positif se traduit par la formation d'un coagulum (Garnier et Denis, 2007).

### III. 4. 1. 5. 2. Ensemencement sur milieu Chapman

Ensuite ensemencement des isolats présumés comme *Staphylococcus* à coagulase positive sur une gélose Chapman, permet de vérifier leur apparence probable à *Staphylococcus aureus*

Elle consiste à étaler une öse de *Staphylococcus* à coagualse positive sur un milieu Chapman puis incubé 24h à 37°C.

Les colonies de *Staphylococcus* dite doré donne un aspect Jaune du à la fermentation de mannitol.

### 3. 4. 2. Module 2 : Croissance de *Staphylococcus* à coagulase positive

Compte tenu de manques de données de challenge test de la croissance *Staphylacoccus* à coagulase dans la mayonnaise.

### III. 4. 2. 1. Estimation de paramètres de croissance de SCP

L'estimation de paramètres de croissance (Temps de latence  $\lambda_{T^{\circ}C}$  et taux de croissance  $\mu_{T^{\circ}C}$ ) a été effectuée à l'aide de logiciel PMP (<https://pmp.errc.ars.usda.gov/default.aspx>). Les facteurs de croissance (exigés par le logiciel) de modèle d'estimation sont réglés comme suite :

- Température : celle étudiée c'est-à-dire de stockage de la mayonnaise ;
- pH : de la mayonnaise mesuré à 5,2;

- NaCl : 6%.
- Nitrate : à O.

### **III. 4. 2. 2. Estimation de la concentration de SCP à chaque condition de stockage**

Les paramètres de croissance ont été estimés à chaque température de stockage (Tableau 06). Ils étaient ensuite compilés dans l'équation 1 pour prédire la concentration de *Staphylococcus* à coagulase positive pour chaque condition de stockage (temps/température) (données de l'enquête).

$$N_f = N \times \exp(\mu_{T^{\circ}C} \times (t_{T^{\circ}C} - \lambda_{T^{\circ}C})) \quad \text{Equation 1}$$

$\lambda_{T^{\circ}C}$  : Temps de latence

$\mu_{T^{\circ}C}$  : taux de croissance

### **III. 4. 3. Estimation de nombre de personnes exposées à 5log ufc de SCP par mL de la mayonnaise**

Le nombre de personnes exposées au *Staphylococcus* à coagulase positive est estimé à la base de la somme de personnes ingérant des 5log à chaque temps/température de stockage. Le nombre de personnes ingérant 5log est estimé en multipliant la distribution de la probabilité de portion dont le nombre de SCP dépasse ou égale 5log (ufc/mL) par la proportion de personnes consommant la mayonnaise dans cette condition ou la concentration de SCP était estimée. En fin, la somme de l'ensemble de nombre est effectuée pour prédire la somme totale de personnes consommant une dose toxique en SCP.

### **III. 4. 4. Simulation**

Le modèle d'évaluation d'exposition a été établi avec le logiciel @risk (v 6.3.1, Palisade Corporation, NY, USA) version d'essai. La simulation de Monte Carlo a été effectuée sur  $10^6$  itérations basée sur Latin Hyper cube sampling. Le tableau 8 et 9 résume l'ensemble de variables, distribution de probabilité et le modèle utilisé pour l'évaluation de l'exposition ainsi que leur liaison (Annexe IV).

**Tableau 8: Variables, distributions et modèles utilisés au Module H0.**

Variable	Description	Unité	Valeur/distribution/model	Référence
Module 1: Concentration initiale de <i>Staphylococcus</i> à coagulase positive dans la mayonnaise				
$P_{Staph}$	Prévalence	%	RiskUniform(0, $P_{staph}$ )	Dans cette étude
$N_{0Staph}$	Concentration initiale	ufc/ml	RiskDuniform( $N_{01}, N_{02}, N_{03}, \dots, N_{0n}$ )	
$N_{may}$	Distribution de la concentration	ufc/ml	$N_{0Staph} \times P_{Staph}$	

**Tableau 9: Variables, distributions et modèles utilisés au Module G.**

Variable	Description	Unité	Valeur/distribution/model	Référence
T°C	Température de stockage à la température ambiante	°C	Table 6	Météos
	Stockage au froid aux ménages et durant l'ensemble des mois à l'exception de mois de Juin, Juillet et Aout		RiskPert(5,7,18)	Avis d'expert
	Stockage au froid aux Pizzeria durant les mois de Juin, Juillet et Aout		RiskPert(5,7,20)	Avis d'expert
$t_{sto}$	Temps de stockage à la température ambiante	h	Table 6	Résultats de l'enquête
	Temps de stockage au froid aux ménages		[0-30]	
	Temps de stockage au froid aux Pizzeria		RiskPert(2;18;60)	
	Temps de séjour de la mayonnaise dans la salle		RiskUniform(0;12)	
	Temps de séjour d'un aliquote de la mayonnaise		RiskPert(0,1;0,25;1)	
$P_{sto}$	Proportion d'occurrence de temps de stockage	/	Bernouilli( $P_{sto}$ )	

## Chapitre 3 : Matériel et méthodes

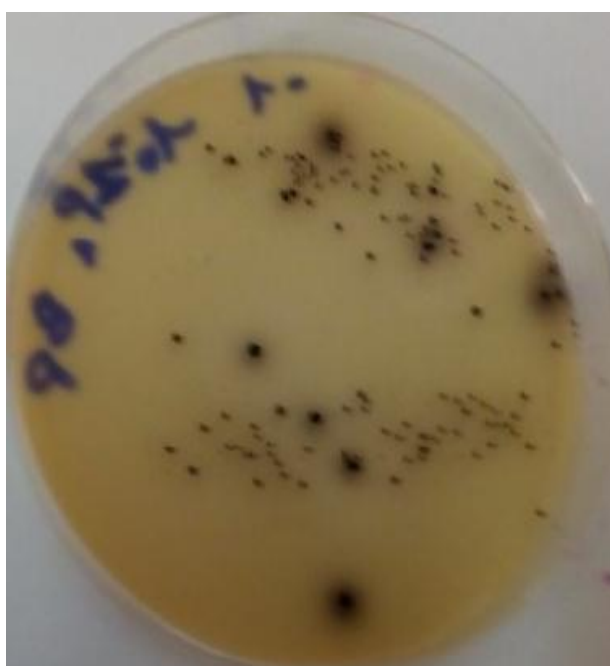
$\lambda_{T^{\circ}C}$	Temps de latence	min	Estimé par PMP	Dans cette étude
$\mu_{T^{\circ}C}$	Taux de croissance	$h^{-1}$	Estimé par PMP	Dans cette étude
$N_{T^{\circ}C/t}$	Concentration de SCP	Heure	Equation 1	Estimée
$E_{vT^{\circ}C}$	Nombre de personnes exposées à 5log	/	$P_{sto} X (1 - Risktarget(N_{T^{\circ}C/t}; 5))$	Résultats

## **RESULTATS ET DISCUSSION**

### ***IV. 1. Résultats de la recherche de Staphylococcus à coagulase positive***

L'isolement et le dénombrement de *Staphylococcus* à coagulase positive a été sur milieu Baird Parker. C'est un milieu sélectif utilisé pour la recherche et le dénombrement des *Staphylococcus* à coagulase positive.

Les colonies présumées de *Staphylococcus* à coagulase positive sur milieu Baird Parker sont toutes, de couleur noir, brillantes, entourées d'un halo clair (Figure 5). Selon Joffin et Joffin (2010), les colonies noires ne possédant pas les halos représentent probablement de *Proteus*.



***Figure 5: Aspects des colonies de Staphylococcus à coagulase positive sur Baird Parker.***

Les isolats issus des colonies repérées comme *Staphylococcus* à coagulase positive sont tous Gram positif, possédant une catalase positive et une réaction positive avec le plasma du lapin c'est-à-dire sont coagulase positive (se traduit par la formation d'un coagulum (Figure 6). Par ailleurs, un aspect de colonies jaune (Figure 7) confirme l'appartenance des isolats obtenus au *Staphylococcus aureus*.



**Figure 6: Résultats du test de coagulase positive (coagulase libre). a): test de coagulase positive ; b) : Témoins milieu stérile + Plasma de lapin.**



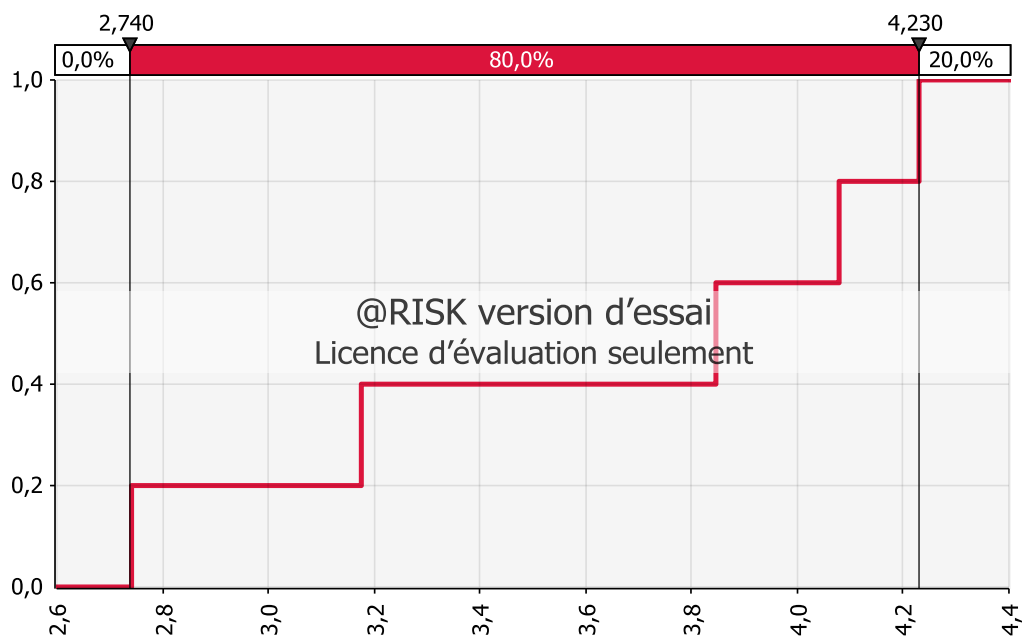
**Figure 7: Aspect des colonies des isolats p4 sur milieu Chapman.**

### **IV. 2. Prévalence et dénombrement de *Staphylococcus* à coagulase positive**

Les résultats de la recherche de *Staphylococcus aureus* à partir de 07 échantillons de la mayonnaise consommée à Laghouat, montre que 71% des échantillons étaient contaminés par *Staphylococcus* à coagulase positive. Cette prévalence est dans l'ordre de valeurs (60%) reportées par Tayfur et *al.* (2013).

La présence de ces bactéries dans les échantillons de la mayonnaise analysée est favorisée par son caractère ubiquitaire et apporté soit par la matière première (œuf par exemple), manipulateur (manque d'hygiène), matériaux utilisés...etc.

Les résultats de dénombrement de SCP sont illustrés sous forme d'une distribution graphique de type cumulée. Les concentrations oscillent entre minimum entre 2,7404  $\log_{10}$  et 4,2304  $\log_{10}$  avec une concentration moyenne de 3,6142  $\log_{10}$  et un médian de 3,845. Ces concentrations sont dans l'ordre des concentrations reportées (Maximum de 4  $\log_{10}$ ) par Tayfur et *al.* (2013). Cependant, ces concentrations sont plus faible par rapport taux concentrations évaluées par Gomez-Lucia(1987). La distribution de la concentration est notée [SCP]<sub>0</sub>.



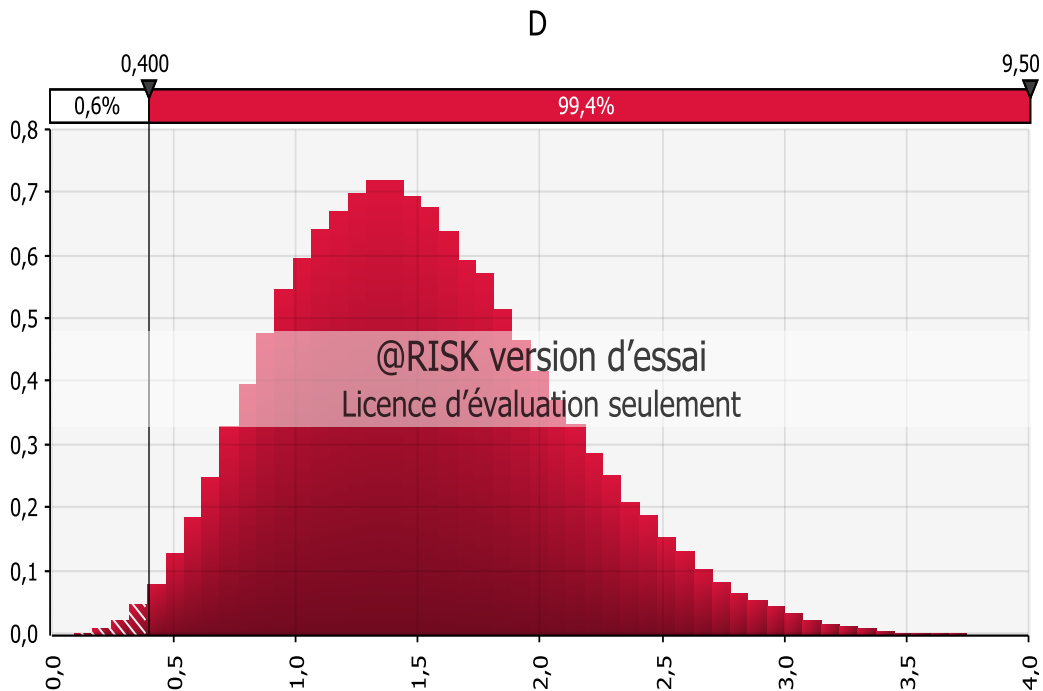
**Figure 8: Distribution cumulée de dénombrement de SCP dans les échantillons de la mayonnaise analysée.**

### **IV. 3. Prévalence et concentration de SCP dans la mayonnaise consommée à la ville de Laghouat**

Les résultats de prévalence et de dénombrement sont utilisés pour prédire la distribution des contaminations dans la mayonnaise consommée dans la ville de Laghouat. La prévalence déterminée dans cette étude est dans l'ordre de 71%, mais pratiquement chez les consommateurs cette prévalence est affectée par la concentration de *Staphylococcus* à coagulase positive dans la mayonnaise. A cet effet, une distribution probabiliste de type bêta est utilisé pour répartir la probabilité des concentrations (représentées par Duniform) et la

## Chapitre 4 : Résultats et discussion

prévalence dans la mayonnaise consommée dans la ville de Laghouat. Après, simulation, les résultats (Figure 9) montrent que la concentration minimale et maximale dans la mayonnaise consommée est de  $0,0939 \log_{10}$  et de  $3,7484 \log_{10}$  respectivement. Le médian est égal à  $1,45 \log_{10}$ , c'est-à-dire 50% des portions de la mayonnaise consommée à Laghouat ont une concentration inférieure ou égale  $1,45 \log_{10}$ .



*Figure 9: Distribution de probabilité de concentration de SCP dans les portions de la mayonnaise consommée.*

D'après les résultats obtenus aucunes portions ne contiennent des concentrations de  $5 \log_{10}$  ou plus de SCP. Cependant, ces bactéries peuvent se multiplier et atteindre probablement des concentrations de  $5 \log_{10}$  ou plus, surtout si les conditions de stockage sont favorables à leur croissance.

### IV. 4. Concentration de *Staphylococcus aureus* dans la mayonnaise au moment de la consommation

#### IV. 4. 1. Au niveau des foyers

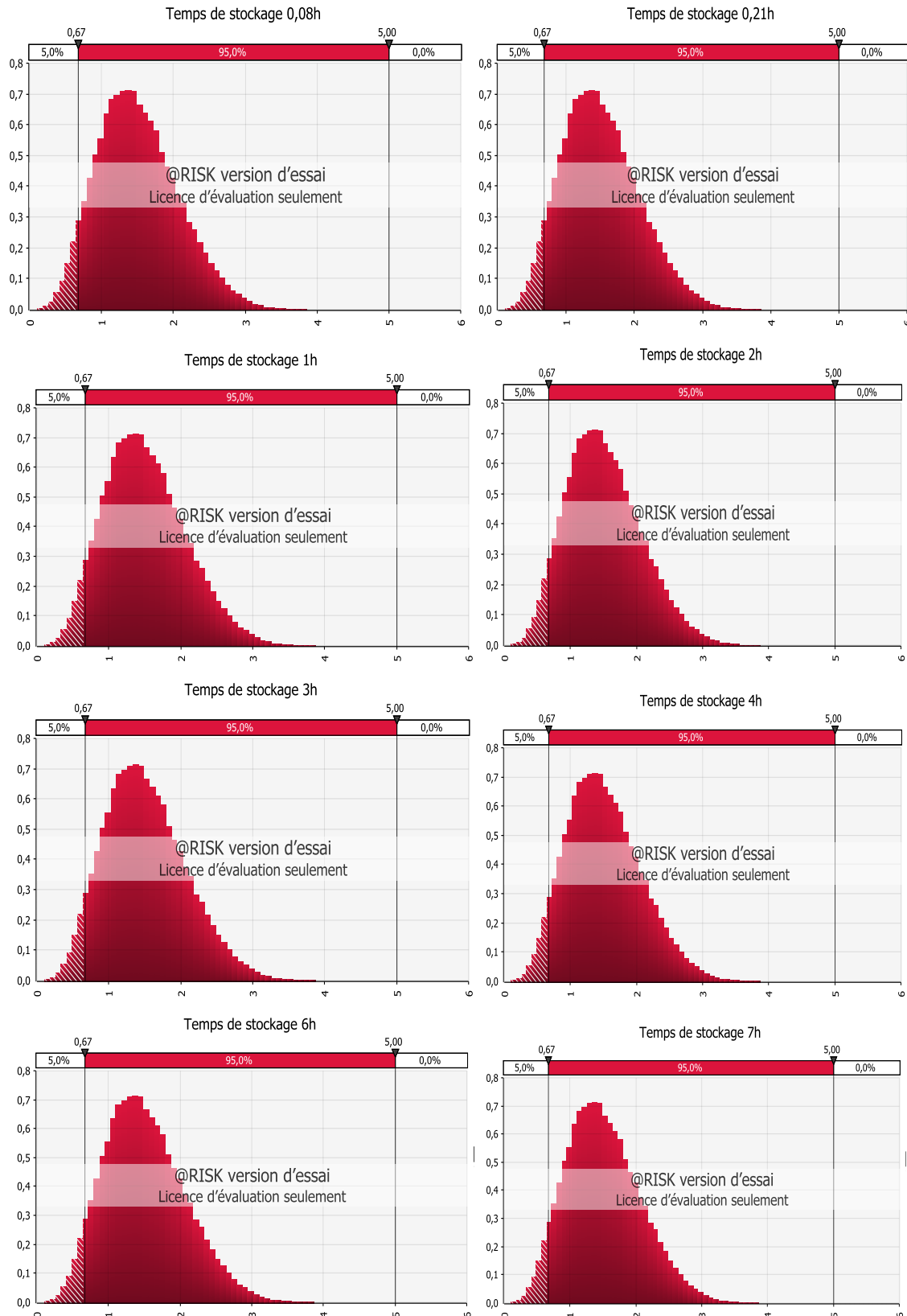
Les concentrations de *Staphylococcus* à coagulase positive étaient estimées à différents temps de stockage chez les consommateurs et à différentes températures de stockage. Aux ménages les consommateurs stockent la mayonnaise au réfrigérateur. La température de réfrigérateur n'est pas homogène dans l'ensemble de compartiment de réfrigérateur, ni constante entre les différents ménages. A cet effet, la température est jugé variable selon une distribution Pert avec une minimale et maximale moins utilisées de 4°C et 18°C respectivement. Cependant, la température jugée plus utilisée est de 7°C.

Les concentrations de SCP sont estimées à l'ensemble des temps de stockage (Tableau 10 et Figures 11 et 12). Le tableau 10 résume l'ensemble des concentrations estimées à différents temps de stockage. Bien évident, les concentrations les plus faibles sont estimées aux temps plus courtes (0,08h) et le plus importantes aux temps plus long (30h). Comme montre le tableau 10 et les figures 11 et 12, les concentrations de SCP atteints et/ou dépasse 5log10 à partir de temps de stockage de 10h au frigo. Les pourcentages de portions dont la concentration atteint et/ou dépasse 5log10 sont 2,1% (10), 4,4% (14h et 30h).

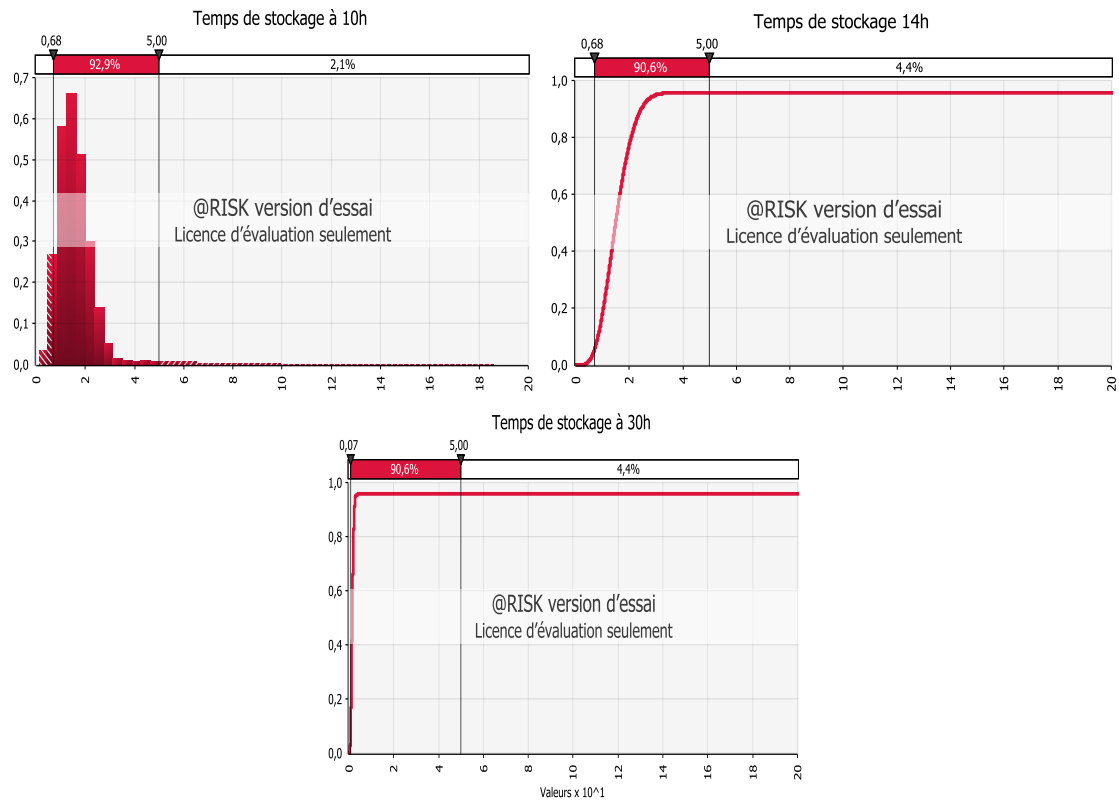
**Tableau 10: Concentrations de SCP prédit à différents temps et à températures de réfrigérations (Pert (4 ; 7 ; 18)).**

Temps (h)	Concentration de SCP (ufc/mL)				% de 5log ou plus
	Minimale	maximale	Moyenne	Médian	
[0,08 – 7]	0,108	3,8658	1,506	1,4560	0
<b>10</b>	0,108	18	1676	1488	2,1
<b>14</b>	0,108	7697,15	37,58	1,49	4,4
<b>30</b>	0,108	3,481 10 <sup>4</sup>	4 10 <sup>4</sup>	1,49	4,4

## Chapitre 4 : Résultats et discussion



**Figure 10: Distribution de densité de probabilité des concentrations de SCP à différents temps de stockage aux frigos au niveau de ménages.**



**Figure 11: Distribution de probabilité des concentrations de SCP pour les temps de stockage aux frigos au niveau de ménages : scénarios où la croissance de SCP atteint et/ou dépasse 5log10.**

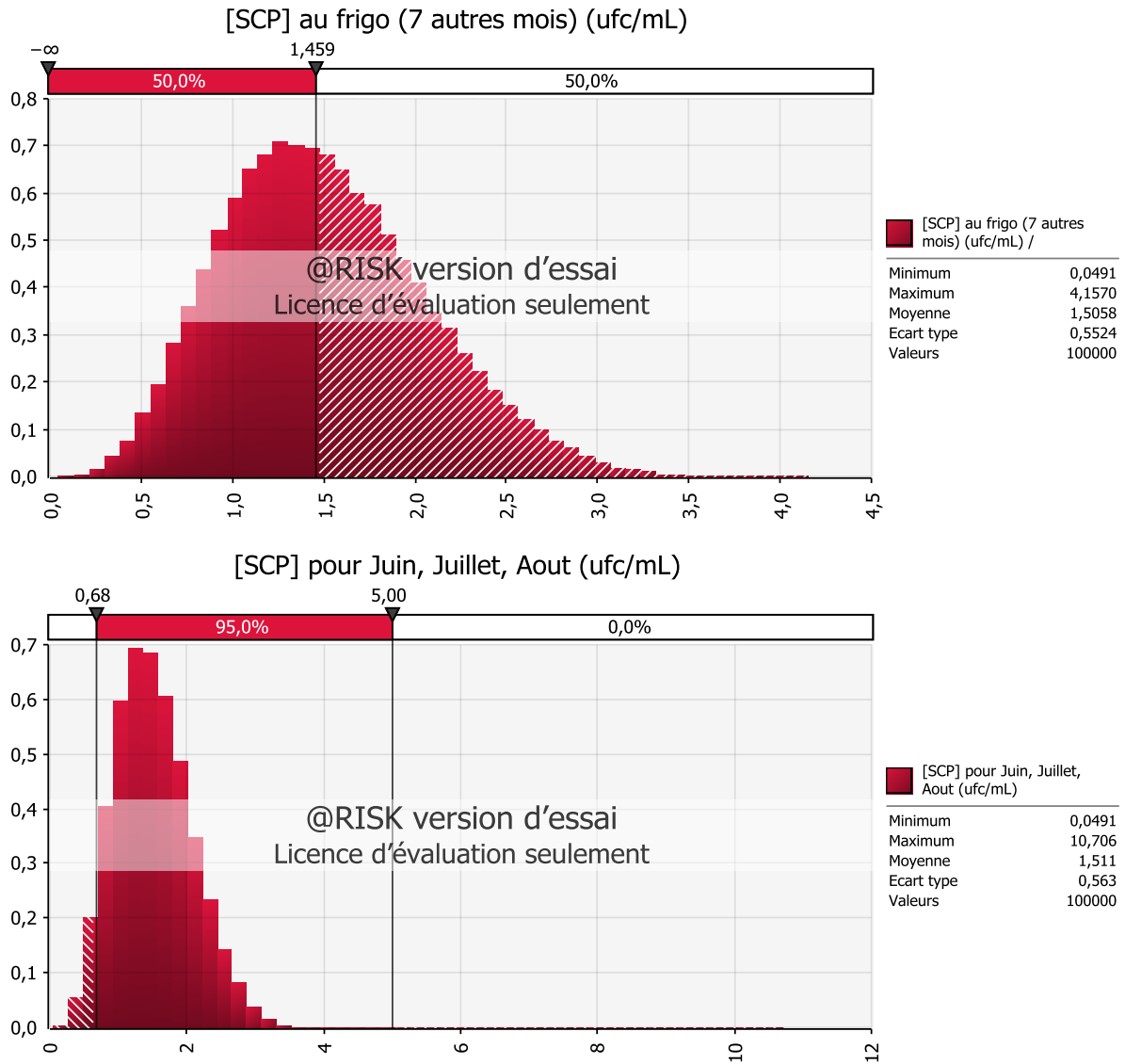
### IV. 4. 2. Au niveau des pizzerias

Pour ce scénario, la mayonnaise est gardée au réfrigérateur de pizzeria ou laissée à table durant la journée. La température de réfrigérateur est durant les mois de Juin, Juillet et Août est plus élevée par rapport aux autres mois, car il y a l'effet de la chaleur de la cuisine, et climatique malgré les climatiseurs. Alors, les concentrations de SCP sont estimées à la température de frigos des trois mois plus chauds de l'année (Pert (4,10,20)), températures des autres mois (Pert(4,7,18)) et la température ambiante (températures météorologiques) (Tableau 11).

**Tableau 11: Concentrations de SCP prédit à différents temps et à températures de stockage de la mayonnaise au niveau de pizzeria.**

Lieu de stockage	Scenario	Températures	Temps (h)	Concentration initiale de SCP (input)	% de 5log ou plus
<b>Froid</b>	Juin, Juillet, Aout	RiskPert(4;10;20)	RiskPert(2;18;60)	[SCP] <sub>0</sub> de H <sub>0</sub>	0,000307
<b>Ambiante</b>	Autres 7 mois	RiskPert(4;7;18)			0
	Mayonnaise laissée circulée dans la salle toute la journée	Table 6	RiskUniform(0;12)	[SCP] <sub>0</sub> de H <sub>0</sub>	0,12417
	Mayonnaise servie à l'arrivée de consommateur	Juin, Juillet, Aout 7 autres mois		RiskPert(0,1;0,25;1) [SCP] <sub>T°C</sub> de froid	0,00094

\* la mayonnaise distribuée pour ce scenario est celle gardée au froid, alors, à chaque demande le serveur ramène une assiette de mayonnaise au client. À cet effet, la concentration initiale sera la concentration estimée au froid pour les pizzerias en fonction du mois



**Figure 12: Concentration de SCP à différents temps de stockage au froid au niveau de Pizzeria.**

## Chapitre 4 : Résultats et discussion

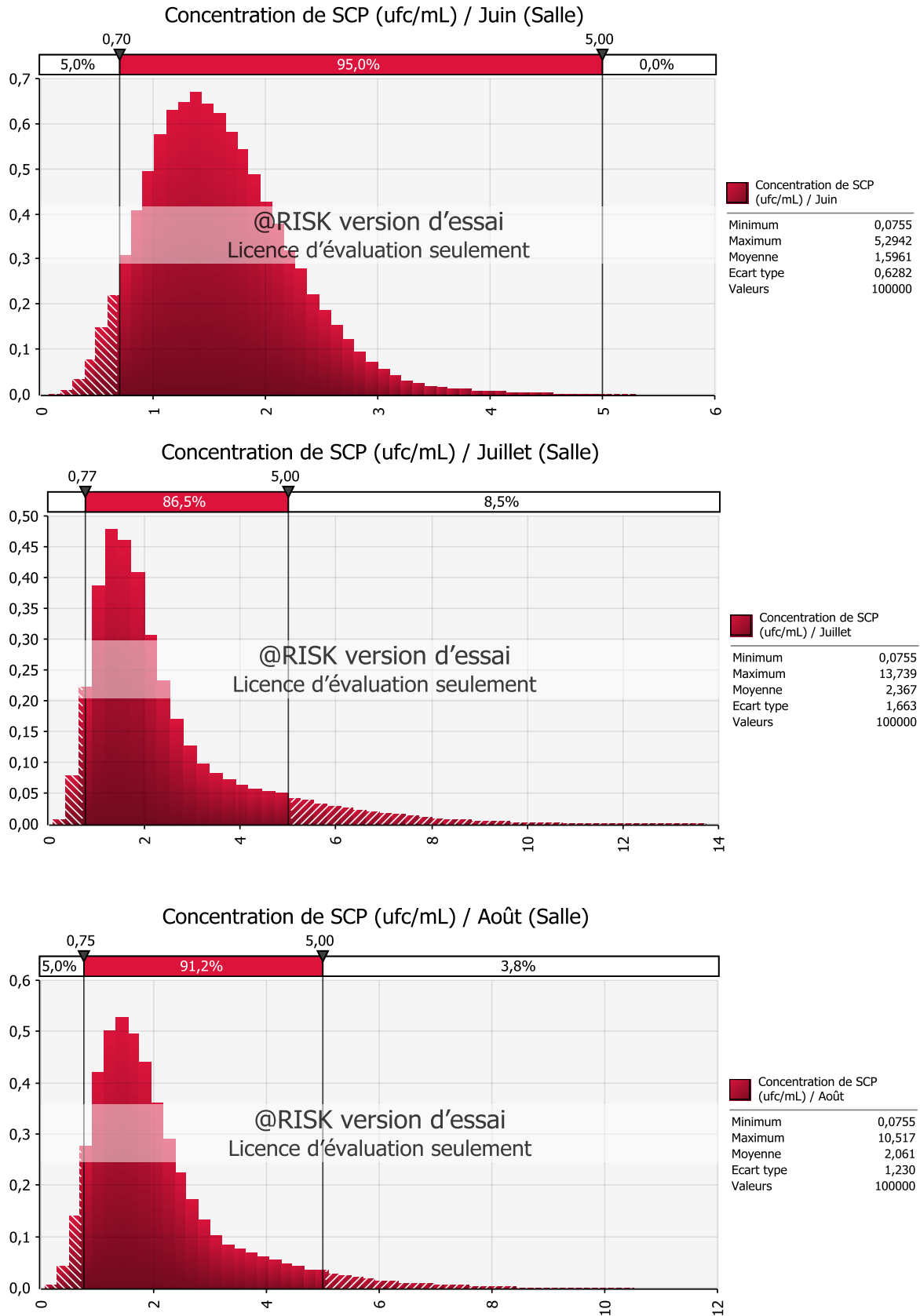
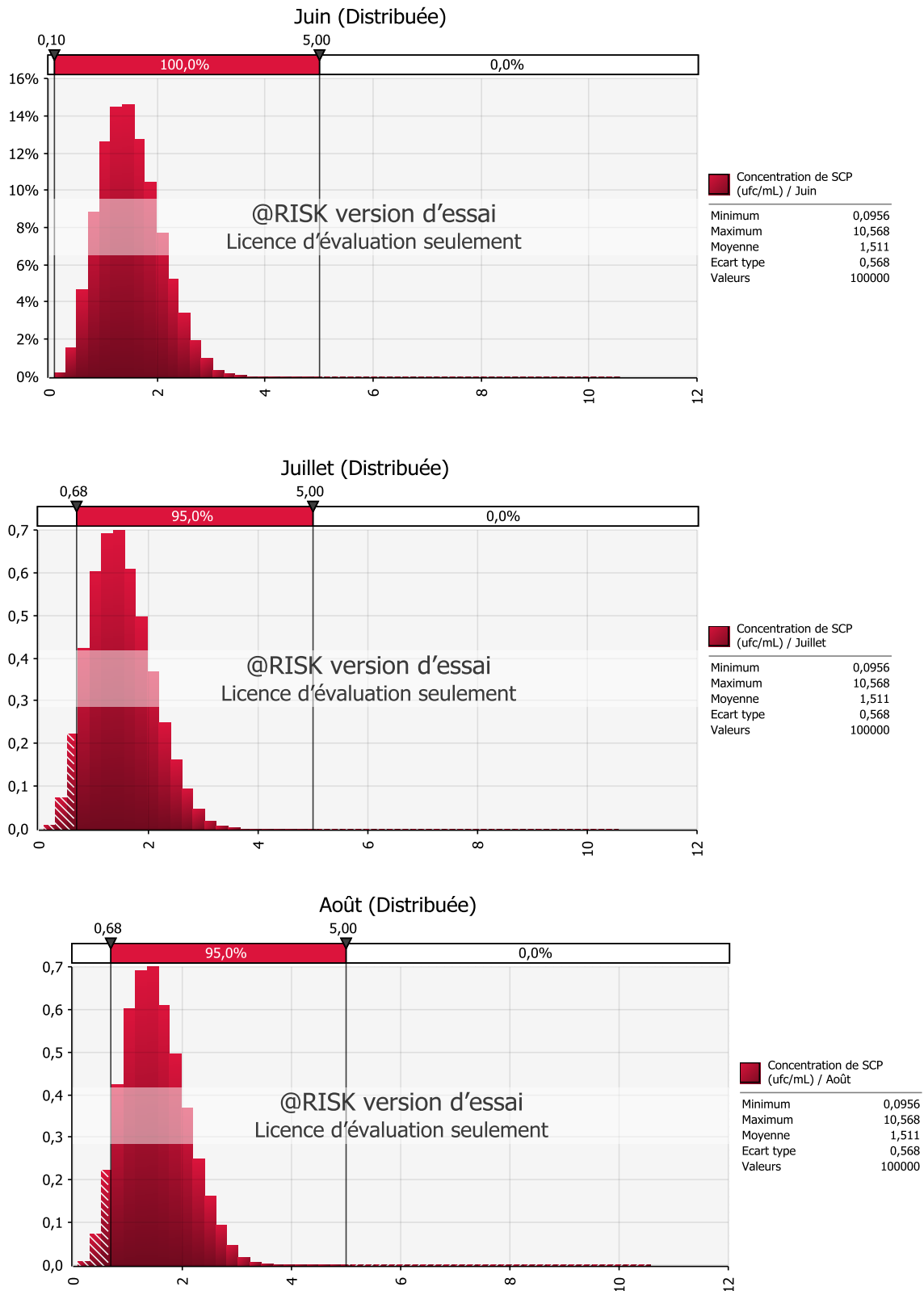


Figure 13: Concentrations de SCP dans la mayonnaise préparée et laissée à la table pour self-service, pour les mois dont la concentration égale ou dépasse  $5 \log_{10}$ .

## Chapitre 4 : Résultats et discussion



**Figure 14: Concentrations de SCP dans la mayonnaise aliquotée à chaque demande de la part de client (servir dans des assiettes), pour les mois dont la concentration égale ou dépasse  $5\log_{10}$ .**

### IV. 5. Estimation de nombre de personnes exposées à SCP dans la ville de Laghouat

Le nombre de personnes exposées à des concentrations toxiques de *Staphylococcus* à coagulase positive de 5 log UFC/ml est estimé par compilation des distributions (Si alors...) des concentrations de SCP à chaque condition de stockage et leur probabilité de son occurrence. Après simulation de Monte Carlo, les résultats montrent que le nombre total de personnes qui consomment des concentrations de  $\geq 5\log_{10}$  est de 223 d'habitants par 10 mois. Un fort taux est prédit à l'été surtout pour les personnes laissant la mayonnaise dans la température ambiante. Ces résultats n'ont aucune relation avec l'état sanitaire de personnes ingérant ces concentrations de 5 log(ufc/mL), c'est-à-dire une personne consommant  $5\log_{10}$  n'est pas forcément avoir une intoxication car la réponse est variable d'une personne à une autre. Des mesures préventifs doit être appliquer surtout la séparation des cuisines de salle à manger pour la pizzeria.

**Tableau 12: Estimation de nombre de personnes exposées à  $\geq 5\log_{10}$  sur un total d'habitant de la ville de Laghouat.**

Temps (h)	Proportion d'occurrence	% de $\geq 5\log_{10}$	Nombre d'habitants	Consommation de la mayonnaise	Nombre de personne exposées à $\geq 5\log_{10}$
[0,08 – 7]	0,99	0	520000	0,8	0
10	0,01	2,1			93,49
14	0,00	4,4			18,25
30	0,00005	4,4			0,91
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>10,5</b>			<b>113</b>

**Tableau 13: Estimation de nombre de personnes exposées à  $\geq 5\log_{10}$  sur un total des clients de pizzeria durant 2018.**

Scenarion	Période	% de $\geq 5\log_{10}$	Nombre moyen des clients par pizzeria	Proportion	Nombre de personne exposées à $\geq 5\log_{10}$
Mayonnaise laissée circulée dans la salle toute la journée	10 mois	0,12417	40	Est dépend de mois	99,28
Mayonnaise servie à l'arrivée de consommateur	Juin, Juillet, Aout 7 autres mois*	0,00094			0,49 0,03

\* Mars, avril, Mai, Septembre, Octobre, Novembre et décembre 2018

# **CONCLUSION**

*Staphylococcus* à coagulase positive est une bactérie fréquemment rencontrée dans les aliments manipulés par l'homme. C'est une bactérie se caractérise par une croissance rapide qui lui permet d'atteindre des concentrations toxiques dans les aliments avant leur consommation.

La mayonnaise est un aliment à risque surtout durant les périodes chaudes et dans les restaurations collectives. Elle est considérée comme deuxième aliment incriminé dans les TIA en Algérie (Moufouk, 2011). Par ailleurs, *Staphylococcus aureus* également considéré comme deuxième agent causal de TIA (Mouffok, 2011).

Les intoxications alimentaires restent sous-estimés surtout que les cas dont les troubles digestifs ne sont pas notifiés et/ou automédication. À cet effet, nous avons tenté à évaluer le nombre de personnes qui peuvent être exposé à des concentrations toxiques ( $5 \log \text{ ufc/mL}$ ) de *Staphylococcus aureus* dans la mayonnaise.

Les résultats ont montré une prévalence de *Staphylococcus* à coagulase positive (71%) avec des concentrations faibles de 3 à 15 UFC/ml.

Compte tenu les conditions et la modalité de consommation et après simulation de Monte Carlo (@risk), les résultats montrent 114 et 100 personnes sont exposées à  $\geq 5 \log$  (ufc/mL) au niveau de foyer et de pizzeria respectivement.

Au terme de ce travail, nous traçons comme perspective l'application de l'évaluation du risque de la part des acteurs concernés (organismes gouvernementales, entreprises, universités, etc.) en utilisant le modèle de risque de processus modulaire et d'étudier une population plus importante, pendant une période plus longue;

Il est intéressant aussi d'estimer le risque de ces bactéries dans les régions rurales où les conditions de vie et l'hygiène de vie sont très difficile.

Enfin, des améliorations sont nécessaires au niveau de la déclaration et de l'investigation des toxi-infections alimentaires. En effet, beaucoup de foyers ne sont pas signalés.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQ**

- 
- **Ait abbelouahab, N.2001.**Microbiologie alimentaire. Edition OPU.
  - **Andi . 2013. Wilaya de Laghouat Invest in Algeria. Agence National de développement de l'investissement.** <http://www.andi.dz/index.php/fr/monographiedes-wilayas?id=127>
  - **Anonymous ,1997b.** Guiding principles for Monte Carlo analysis, US Environmental Protection Agency.
  - **Barlow, S. M., Greig, J. B., Bridges, J. W., Carere, A., Carpy, A. J. M., Galli, C. L., Kleiner, J., Knudsen, I., Koeter, H. B. W. M., Levy, L. S. & et al. (2002).** Hazard identification by methods of animal-based toxicology. *Food and Chemical Toxicology* 40, 145-191.
  - **Bonnefoy C., Guillet F., Bourdais E., 2002.**Microbiologie et qualité dans l'industrie agro-alimentaire. Dion éditeur .paris .p153-178.
  - **Cassin, M. H., Paoli, G. M. and Lammerding, A. M. 1998b.** Simulation modeling for Microbial risk assessment. *Journal of Food Protection* **61**, 1560-1566.
  - **Coleman, M. E. and Marks, H. M. (1999).** Qualitative and quantitative risk assessment. *Food Control* 10, 289-297.
  - **Couture B. 1990.** Bactériologie médicale «Etude et méthodes d'identification des bactéries aérobies et facultatives d'intérêt médical». Vigot, Paris. 15-32.
  - **Depree J.A., Savage G.P ,(2001).** Physical and flavour stability of mayonnaise. *Trends in Food Science and Technology*, 2001, 12, 157-163p
  - **Diep, BA., Stone, GG., Basuino, L., Graber, CJ., Miller, A., Etages, SA., Jones, A., Palazzolo-Ballance, AM., Perdreau-Remington, F.2008.** The arginine catabolic mobile element and staphylococcal chromosomal cassette mec linkage: convergence of virulence and resistance in the USA300 clone of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J Infect Dis.* 2008; 197, p1523–1530.
  - **Djelouat S, 1990.** Le diagnostic biochimique bacterien, collection guides pratiques de microbiologie médicale, edition sciences et technique, Constantine, p45.
  - **Dworkin,M., Falkow,S., Rosenberg,E., Schkeufer, KH., Stackebrandt,E.,2006.** The Prokaryotes: Bacteria: Firmicutes, Cyanobacteria. 3eme éd. ;Springer, New-York,.Vol 4, Chap.1.2.1. The genera *Staphylococcus* and *Micrococcus*, p4-75.
  - **FAO/OMS. 1999.** Principes et directives régissant la conduite de l'évaluation du risque microbiologique (CAC/GL 30-1999).

- **Fasquelle R. 1974.** Eléments de bactériologie médicale 9ème édition. Flammarion, Paris. 27-36.
- **Fauchere J.L. and Avril J.L. (2002).** Bactériologie générale et médicale. Ellipses, Paris. 213- 217.
- **Feinberg, M., Tressou, J., Leblanc, J. C.,& Bertail, P. (1993).** Statistical methodology to evaluate food exposure and influence of sanitary limits : Application to Ochratoxin A. Regulatory Toxicology and Pharmacology 40, 252.263.
- **Ferron A. 1984.** Bactériologie médicale à l'usage des étudiants en médecine. 12<sup>ème</sup>, édition. CROUAN et ROQUES, Paris. 87-94.
- **Frazier, W.C. (1978).** Food microbiology. 3rd ed McGraw Hill Higher Education.
- **Garnier F, Denis F. (2007).** Bactériologie médical : Techniques usuelles : Cocci à Gram positif. Masson. Chapitre 29 .251, 254.
- **Gibson, T. (2006).** Mayonnaise Helps Protect Women from Strokes, Says American Society for Clinical Nutrition [http://www.dressings-sauces.org/health\\_mayonnaise.html](http://www.dressings-sauces.org/health_mayonnaise.html)
- **Gregorio M, 2013.** Morphologie, taxonomie, physiopathologie bactérienne, 06/02/2013.
- **HARIZI K ;(2009).** Recherche et Identification des Bactéries Pathogènes *Salmonella* et *Listeria* dans les aliments. Mastère professionnel .Contrôle de la qualité et de la sécurité des produits animaux et végétaux. Université de Gabés Institut Supérieure de Biologie Appliquée de Médenine.2-3p
- **Harrison LJ, Cunningham FE.( 1985).** Factors influencing the quality of mayonnaise. J. of Food Qual. 8, 1-20.
- **Joffin J.,Joffin C.,2010 .** Microbiologie alimentare.6eme Edition. CRDP D'Anquitaine.
- **Kiosseoglou V.D. et Sherman P ; (1983).** Influence of egg yolk lipoproteins on the rheology and stability of O/W emulsions and mayonnaise. 1. Viscoelasticity of groundnut oil-in-water emulsions and mayonnaise. J. Texture Stud., 14, 397-417.
- **Kloos W.E. and Veron M. (1990).** Bactériologie Médicale «Staphylococcus et Micrococcus» J.Fleurette 2ème édition. Flammarion Médecine-Sciences, Paris. 773-794.
- **Kroes, R.,Müller, D., Lambe, J., Lowik, M. R. H., van Klaveren, J., Kleiner, J.,Massey, R., Mayer, S., Urieta, I., Verger, P. & Visconti, A. (2002).** Assessment of intake from the diet. Food Chemical and Toxicology 40, 327.385.

- **Lammerding A.M. 1997.** An Overview of Microbial Food Safety Risk Assessment. *J. Food Prot.* 60, 1420-1425. 54.
- **Ieyral G., vierling E., 2001.** Microbiologie et toxicologie des aliments 3<sup>ème</sup> édition .Dion éditeur.p114-115.
- **Lowell T. et Kilgore, L.B. (2006).** The Mustard and the Mayonnaise, Flaveur ingredient has important effect on Stability of the Emulsion. *The Glass Packer*, September issue of 1932 (obtained from <http://www.mancan.ca/kilgore1.html>).
- **Ma L. Et Barbosa-Canovas G.V ;(1995).** Rheological characterization of mayonnaise. Part II : flow and viscoelastic properties at different oil and xanthan gum concentrations. *J. Food Eng.*, 25, 409-425p
- **Magan N., Olsen M. (2004).** Mycotoxins in Food: Detection and Control. *CRC press*, Cambridge, UK.
- **Mann J., Truswell, S ; (2002).** Essentials of human nutrition, 2nd ed. Oxford University Press: Oxford.
- **Marco Silva, G.2012.** Staphylococcus aureus [enligne],[http://7staphylococcus-aureus.blogspot.fr/2007/11/diagnostico-laboratorio\\_14.html](http://7staphylococcus-aureus.blogspot.fr/2007/11/diagnostico-laboratorio_14.html), consulté en novembre.
- **Marignac G., 2009.** Alice de CHALVET de ROCHEMONTAIX.
- **McClements DJ. 2005.** Food emulsions: principles, practices, and techniques. 2<sup>nd</sup> ed. Boca Raton: CRC Press. 609 p.
- **Mezhoud M S., 2009.** Gestion des risques microbiologique en restauration collective (méthode prédictive), Diplôme de Post-Graduation Spécialisée, Filière Sciences Alimentaires et Nutrition. Université – Constantine
- **Mouffok F. (2011).** Situation en matière de TIA en Algérie de 2010 à 2011. 2eme congrès Maghrébin sur les TIA, Tunis le 14-15 décembre, 2011.
- **Nauta, M.J., 2000.** Research on factors allowing a risk assessment of spore-forming pathogenic bacteria in cooked chilled foods containing vegetables: a FAIR collaborative project. *International Journal of Food Microbiology.* 60, 117–135.
- **Nauta, M.J., 2001.** A modular process risk model structure for quantitative

- microbiological risk assessment and its application in an exposure assessment of *Bacillus cereus* in a REPFED. 149106 007: RIVM, Bilthoven.
- **Parsons, D. J., Orton, T. G., D'Souza, J., Moore, A., Jones, R. and Dodd, C. E. R. (2005).** A comparison of three modelling approaches for quantitative risk assessment using the case study of *Salmonella* spp. in poultry meat. *International Journal of Food Microbiology* 98, 35-51.
- **Perry J, Staley T, Lory S.2004,** microbiologie, edition dunod, paris, p 275-72.
- **Radford, S. A. and R. G. Board. (1993).** Review: Fate of pathogens in homemade mayonnaise and related products. *Food Microbiol.* 10:269-278.
- **Renwick, A. G., Barlow, S. M., Hertz-Picciotto, I., Boobis, A. R., Dybing, E., Edler, L., Eisenbrand, G., Greig, J. B., Kleiner, J., Lambe, J. & et al. (2003).** Risk characterisation of chemicals in food and diet. *Food and Chemical Toxicology* 41, 1211.1271.
- **Robinson, J.(2002).** Prairie Fare: Is Mayonnaise Really a Food Safety Issue?  
<http://www.ext.nodak.edu/extnews/newsrelease/2005/062305/03prairi.htm>
- **Roche, H.M., Zampelas, A., Knapper, J.M., Webb, D., Brooks, C., Jackson, K.G., Wright, J.W., Gould, B.J., Kafatos, A., Gibney, M.J. & Williams, C.M; (1998).** Effect of long-term olive oil dietary intervention on postprandial triacylglycerol and factor VII metabolism. *The American Journal of Clinical Nutrition* 68: 552-560.
- **Rousselle M C., 2007.** Evaporation de gouttelettes polydispersées dans un écoulement de canal fortement turbulent, Analyse de la formation du mélange diphasique par imagerie de fluorescence. Soutenue le 06 décembre.
- **Smittle, R. B. 1977.** Microbiology of mayonnaise and salad dressing – review. *J. Food Prot.* 40:415.
- **Smittle, R.B. (2000).** Microbiological safety of mayonnaise, salad dressings, and sauces produced in the United States: a review. *J Food Prot* 63(8):1144- 1153.
- **Snyder, P.( 2002).** Assuring Safety of Egg Yolk- Based Sauces And Salad Dressings,  
<http://www.hi-tm.com/Documents/Mayonnaise.html>.

- **Thiam A R, 2010.** Stabilité Et Propriétés Des Interfaces Étudiées Par La Microfluidique. Pour Obtenir Le Grade De Docteur, Émulsions Adhésives Et Non Adhésives. Soutenue Le 15 Septembre 2010.
- **Vose, D. J. (1998).** The application of quantitative risk assessment to microbial food safety. *Journal of Food Protection* 61, 640-648.
- **Vose, D. J. (2000).** Risk analysis: a quantitative guide. John Wiley & Sons.
- **Yochum, L.A., Folsom, A.R. et Kushi, L.H. 2000.** Intake of antioxidant vitamins and risk of death from stroke in postmenopausal women. *The American Journal of Clinical Nutrition* 72: 476-



# **ANNEXES**

## Annexe 1 :

### Questionnaire relatif au consommateur de la mayonnaise 1-2

1. Quel est le nombre de votre famille ?
2. Consommez-vous la mayonnaise ?  
Oui  Non
3. Quel est le nombre de personnes consommant la mayonnaise ?  
 Personne(s)
4. Quel est l'âge des personnes consommant la mayonnaise ?  
Enfants  adultes  les deux
5. Quel type de ma mayonnaise consommez-vous ?  
Préparée à la maison  acheter  pizzeria
6. Quel est la fréquence de consommation de la mayonnaise ?  
Fois/j  fois /mois
7. Quel est la quantité achetée ou préparée?
8. Quel est l'endroit de stockage de la mayonnaise?  
Frigo  cuisine
9. Quel est le nombre de prise par préparation et ou achat?
10. Quels sont les lieux et la durée de stockage de la mayonnaise entre chaque prise ?  
Frigo  cuisine
11. Quel est la fréquence de consommation à la pizzeria ?
12. Avez-vous déjà des cas d'intoxication suite à la consommation de cette mayonnaise ?  
Oui  Non   
Si oui, au niveau de la pizzeria ou la maison et quels sont les symptômes ?

### Questionnaire relatif au consommateur de la mayonnaise1-2

1. Sexe?  Homme  Femme
2. Groupe d'âge?  <21  21-24  25-28  >28
3. Consommez-vous la mayonnaise ?  Oui  Non
4. Pour quelle raison consommer-vous ou non de la mayonnaise?  
✓ Ne pas? Raisons de santé  Coût  Préférences de goût.  
✓ Faire? Raisons de santé  Coût  Préférences de goût.
5. Si oui, sur quoi utilisez-vous la mayonnaise?  
 Salade  Sandwiches  Pizza  Riz  Autre(veuillez préciser)
6. Quel type de ma mayonnaise consommez-vous ?  
 Préparée à la maison  acheter  pizzeria
7. Pensez-vous que la mayonnaise est saine?  Oui  Non
8. Connaissez-vous les ingrédients de la mayonnaise?  Oui  Non  
• Si oui, veuillez préciser quels sont les plus importants pour vous?  
.....
9. Quelle marque de Mayonnaise achetez-vous et pourquoi?  
.....

## Annexes

---

10. Quels est l'endroit et la durée de stockage de la mayonnaise entre chaque prise?  
.....

11. Qu'ajoute la mayonnaise à la saveur et au goût de votre nourriture?  
.....

12. Si un nouveau produit de mayonnaise doit être lancé prochainement, quelles caractéristiques vous attireraient le plus?

- Être produit dans notre pays avec des standards de qualité élevés.
- Être produit à l'étranger.
- Fabriqué avec de l'huile de tournesol sans cholestérol.
- Fabriqué avec de l'huile de soja sans cholestérol.
- Marque.
- Prix.
- Emballage
- Goût de mayonnaise
- Autre (veuillez préciser)

13. Considérez les informations suivantes quels sont qui mentionnée sur l'emballage

- Gras saturé
- Gras trans saturé
- Poly / mono insaturés
- Épaississants
- Emulsifiants
- E-numéros (E120, E410 etc.)

14. Avez-vous déjà des cas d'intoxication suite à la consommation de ce mayonnaise?

Oui

Non

**Annexe 1 :**

**Questionnaire relatif à la pizzeria dans la ville de Laghouat**

1. Quel est le nombre de clins par jour ?
2. Consomme tout le monde la mayonnaise ?  
La majorité
3. quel type de mayonnaise le plus utilise à la pizzeria ?  
Préparée  acheter   
Si préparé pour quoi ?
4. Quelles sont les ingrédients utilisés en préparation?  
.....
5. Quel est la quantité achetée ou préparée ?
6. Est-ce -que vous préparée ou acheter grande quantité de la mayonnaise pour réservée ?  
Oui  Non   
  
Si oui, combien et quel est la durée et lieu de stockage ?
7. Quel est la quantité consommée par jour ?
8. Le temps nécessaire pour consommer tous les quantités achetée ou préparée ?  
Jours  semaine  mois
9. Quel est le moyen de conservation de la mayonnaise ?  
flacon plastique  flacon en verre
10. quel est le plat le plus utilise la mayonnaise ?  
Salade  sandwich  pizza
11. En été, le nombre de consommateurs de Mayonnaise augmente-t-il?  
Oui  Non
- Alors, changez-vous les conditions de conservation ?  
Oui  Non
12. Est-ce que vous restez des quantités dépasser la date de consommation?  
Si oui, qu'avez-vous fait avec?
13. Est-ce que vous faites le control de qualité de routine ?  
Oui  Non

**Annexe II :**  
**Composition des principaux milieux de culture utilisés.**

T.S.E (**liquide de dilution**) conda pronadisa

Caséine peptone .....	1g
Na Cl.....	8,5
Eau .....	1000 ml

PH : 7

**1. Milieu Baird barker :** (conda pronadisa)

Peptone.....	10.0g
Extrait de viande de boeuf.....	4.0g
Extrait de levure.....	2,0 g
Pyruvate de sodium.....	10g
Chlorure de lithium.....	5.0g
Glycolle.....	12g
Agar.....	14g
Eau distillée .....	1000 ml

**2. Milieu de Chapman**

La formule théorique de ce milieu de culture en g/L d'eau purifiée est :

Extrait de viande (bovin ou porcin).....	1g
Peptone de caséine et de viande (bovin et porcin).....	10g
Chlorure de sodium.....	75g
Mannitol.....	10g
Agar.....	15g
Rouge de phénol.....	0,025g

pH=7,6

**Préparation :** 111g par litre d'eau distillée. Stérilisation à l'autoclave : 15 minutes à 120°C.

**3. Bouillon cœur-cervelle (BHIB) :**

Infusion de cervelle de veau.....	12.5g
Infusion de cœur de boeuf.....	5.0g
Peptone.....	10.0g
Glucose.....	2.0g
Chlorure de sodium.....	2.0g

## Annexes

---

Phosphatase di sodique.....5g

pH= 7.4

**Préparation** : 37g par litre d'eau distillée. Stérilisation à l'autoclave à 120°C, 20min.

### 4. Réactifs de la coloration de Gram

#### Violet de gentiane

Phénol.....2.0 g

Violet de gentiane.....1.0 g

Éthanol à 90° .....10 ml

Eau distillée.....100 ml

#### Lugol

Iodure de potassium.....2.0 g

Iode métalloïde.....1.0 g

Eau distillée .....300 ml

#### Fuschine de ziehl

Fuchine basique.....1.0g

Phénol.....5.0 g

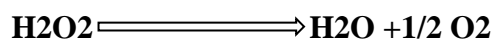
Éthanol à 90° .....10 ml

Eau distillée .....100 ml

### 5. test de catalase

La catalase (Ferro porphyrine de poids moléculaire élevé) à la propriété de décomposer l'eau oxygénée avec dégagement d'oxygène .C'est l'action directe de l'enzyme qui est mise en évidence dans la masse bactérienne.

On prend une goutte d'eau oxygénée (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) à 10 volumes qu'on dépose sur une lame avec une colonie bien distincte de culture jeune de 24 h, le dégagement immédiat de bulles d'oxygène exprime la présence d'une catalase (**Garnier et Denis, 2007**).



**Annexe III:**  
**Critères microbiologiques relatifs à la mayonnaise**

8 Chaoual 1438 2 juillet 2017		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39				31
15- Autres denrées alimentaires (suite)						
Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc/g)		
		n	c	m	M	
Mayonnaise non stabilisée	Germes aérobies à 30 °C	5	2	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>	
	Levures et moisissures	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	
	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10	10 <sup>2</sup>	
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g		
Mayonnaise stabilisée et autres sauces condimentaires	Levures et moisissures	5	2	10	10 <sup>2</sup>	
	<i>Escherichia coli</i>	5	2	4	40	
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10	10 <sup>2</sup>	
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g		
Miel	Levures et moisissures	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	
Vinaigre	Germes aérobies à 30 °C	5	1	30	10 <sup>2</sup>	

Annexe III:

**Module H0**

**Concentrations de Staphylococcus à coagulase positive**

**Résultats de dénombrement sur milieu Baird Parker**

n° de l'échantillon	ufc/ml	log ufc/ml
1	1	0,00
2	1	0,00
3	12000	4,08
4	550	2,74
5	17000	4,23
6	1500	3,18
7	7000	3,85

**Probabilité (équiprobabilité) d'occurrence de chaque concentration dans la mayonnaise analysée**

3,84509804

Nombre total des échantillons analysés 7

Nombre des échantillons contaminés 5,00

**Prévalence de Staphylococcus à coagulase positive**

0,56204197

**Concentration de SCP dans la mayonnaise consommée**

2,16110647

Les résultats observés prennent des valeurs différentes car elles sont liées à des distributions de probabilités

## Annexes

### Concentrations de Staphylococcus à coagulase positive durant le stockage chez le consommateur (au ménages)

Température de stockage au froid	7,333333333	Tmin	10 °C	celui de logiciel PMP
Temps de latence (h)	100000	Temps de latence à 10°C	344	
Taux de croissance (h-1)	0,0435	Temps de latence à 18°C	80	212
		Taux de croissance à 10°C	0,023	
		Taux de croissance à 18°C	0,064	

Temps de stockage (h)	Temps de stockage (min)	[SCP]	Proportion de stockage	$\geq 5\log$	Nombre de personnes exposées à 5log
0,08	2	1,60	0,30	0,00000	0
0,21	5	1,60	0,20	0,00000	0
1,00	24	1,60	0,15	0,00000	0
2,00	48	1,60	0,15	0,00000	0
3,00	72	1,60	0,07	0,00000	0
4,00	96	1,60	0,05	0,00000	0
6,00	144	1,60	0,04	0,00000	0
7,00	168	1,60	0,03	0,00000	0
10,00	240	1,60	0,01	0,02073	94,8556
14,00	336	1,60	0,00	0,04387	18,2509
30,00	720	1,60	0,00005	0,04388	0,9127
			1		114

0 Nombre de l'habitant de Laghouat 520000  
0 Consommateur de la mayonnaise 0,8

### Concentrations de Staphylococcus à coagulase positive durant le stockage au niveau de Pizzeria

Températures moyennes à Laghouat durant l'année 2018/2019

<https://fr.climate-data.org/location/3250/>

	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température minimale moyenne (°C)	6	8,9	13,5	18,4	21,6	20,6	17,1	11,4	5,8	3,4
Température maximale (°C)	18,1	22,8	26,8	32,6	36,3	35,3	30	23,5	18,1	13,4
Température moyenne (°C)	12	15,8	20,1	25,5	28,9	27,9	23,5	17,4	11,9	8,4
Taux de croissance (h-1)	0,02	0,041	0,089	0,187	0,265	0,242	0,146	0,059	0,02	0,013
Temps de latence (h)	181,11	66,81	23,52	9,45	6,52	7,13	12,57	40,64	181,11	344,4
Nombre moyen des consommateurs/mois	30	40	30	0	20	20	30	50	50	30

[SCP] à des températures de frigo durant le stockage

Mois de Ramadhan

Autres mois Juin, Juillet, Aout

<https://pmp.ars.ars.usda.gov/PMPOnline.aspx#nogo>

Temps de stockage	22,333	Température de stockage au frigo	8,3333	10,6667	Température minimale	10 °C
[SCP] au frigo (7 autres mois) (ufc/mL)	1,6021	Temps de latence (h)	100000	183,695	Temps de latence	190,29
[SCP] pour Juin, Juillet, Aout (ufc/mL)	1,6021	Taux de croissance (h-1)	0,0385	0,051	Temps de late	183,695

[SCP] à des températures ambiantes (Salle) à un temps variable entre 0 et 12h (toute la journée)

Proportion  
Temps de stockage (h) 6 0,4

	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
Concentration de SCP (ufc/mL)	1,602	1,602	1,602	1,602	1,602	1,602	1,602	1,602	1,602	1,602	
Nombre de portions à 5log ou plus	0,00000	0,00000	0,00000	0,00007	0,086	0,039	0,000	0,000	0,000	0,000	
Nombre de personnes exposées à 5log ou plus	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	68,465	31,411	0,000	0,000	0,000	0,000	99,87604955

Concentrations de Staphylococcus à coagulase positive à des températures ambiantes (Salle) à durant la journée

Proportion  
Variation du temps (h) 0,35 0,6

Concentration de SCP (ufc/mL)	1,602124	1,602124	1,602124	1,602124	1,602124	1,602124	1,602124	1,602124	1,602124	1,602124	
Nombre de portions à 5log ou plus	0,000000	0,000000	0,000000	0,000308	0,000308	0,000308	0,000	0,000	0,000	0,000	
Nombre de personnes exposées à 5log ou plus	0,000408	0,000544	0,000408	0,000000	0,246434	0,246434	0,000408	0,000680	0,000680	0,000408	0,496406104

Nombre de pizzeria (fastfood)	35	OFFICIEL
	5	Informel
Total	40	

Total par 10 mois 100

## Résumé

La mayonnaise est aliment à large consommation, très sensible et considérés comme un milieu de culture favorable pour la croissance microbienne. *Staphylococcus aureus* contamine souvent la mayonnaise et il le deuxième agent causal des toxi-infections alimentaires en Algérie. Ce travail a pour but d'estimer le nombre probable de personnes ingérant des concentrations toxiques de *Staphylococcus aureus* dans la mayonnaise (foyers et pizzeria).

Ce travail vise, en premier temps, à rechercher cette bactérie dans la mayonnaise en utilise un milieu sélective Paired Barker en déterminant la prévalence et la concentration initiale présente dans la mayonnaise, En deuxième temps, évaluer le nombre de personnes exposées à des concentrations toxiques ( $\geq 5 \log_{10} \text{ufc/mL}$ ) de *Staphylococcus aureus* dans la ville de Laghouat. Les résultats ont montré la présence de *Staphylococcus aureus* avec une prévalence de 71% avec une concentration médiane de 1,45  $\log_{10} \text{ufc/mL}$ . Compte tenu les conditions et la modalité de consommation et après simulation de Monte Carlo (@risk), les résultats montrent 114 et 100 personnes sont exposées à  $\geq 5 \log_{10} \text{ufc/mL}$  au niveau de foyer et de pizzeria respectivement. Enfin, la prévention contre ce pathogène nécessite le stricte de respecte de température de réfrigération ainsi que les règle d'hygiènes lors d'une manipulation.

**Mot clés :** Modèle probabiliste, analyse de risque, mayonnaise, *Staphylococcus aureus*

المايونيز هو طعام مستهلك على نطاق واسع ، حساسة جدا وتعتبر بيئة ثقافية مواتية للنمو الميكروبي .وكتيراً ما تلوث المكورات العنقودية الذهبية المايونيز ، وقد يكون هذا الأخير خطراً على صحة المستهلكين ، وأحياناً يسبب تسمم غذائي ، وهو العامل المسبب الثاني للتسمم الغذائي في الجزائر. هذه الدراسة هي الاولى من نوعها في جامعتنا، وهي عمل بذهب إلى تقييم المخاطر الميكروبيولوجية الحالية للمايونيز. يهدف هذا البحث ، أولاً ، إلى البحث عن هذه البكتيريا في المايونيز باستخدام وسيلة انتقائية متوسطة Paired Barker للحصول على التركيز الأولي الموجود في المايونيز ، ثانياً ، تقييم عدد الأشخاص المعرضين لتركيزات سامة من المكورات العنقودية المخثرة (Coagulase Staphylococcus). أظهرت النتائج وجود بكتيريا Staphylococcus موجبة المخثرة مع انتشار منخفض. وأخيراً ، يتطلب الوقاية من هذا العامل الممرض الاحترام التام لدرجة حرارة التبريد وقواعد النظافة أثناء المناولة.

**الكلمات الرئيسية:** المايونيز، المكورات العنقودية الذهبية.

Mayonnaise is a widely consumed consumer, very sensitive and considered a medium culture conducive to microbial growth. *Staphylococcus aureus* is often a mayonnaise, the latter may be dangerous to the health of consumers and sometimes causes food poisoning, the second causative agent of food poisoning in Algeria. Is the first of its kind in our university, a work of gold to assess the current microbiological risks of Mayonnaise. The aim of this study is to investigate these bacteria in mayonnaise using a medium selective Paired Barker to obtain the primary concentration in mayonnaise; second, to assess the number of people exposed to toxic concentrations of coagulase staphylococcus. *Staphylococcus* positive streptococcal bacteria showed low prevalence. Finally, the prevention of this pathogen requires full respect for the temperature of the refrigerant and hygiene during handling.

**keyword:** Probabilistic model, risk analysis, mayonnaise, *Staphylococcus aureus*