

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

THEME

**Etude de l'effet de la température et des rayons
ultraviolets sur la survie de l'*Escherichia coli***

Présenté par :

-Mr. Mohamed Lamine Bensaada.

-Mr. Djidel Abdelkader.

Devant le jury :

President: Mr .Gacem Mohamed Lamine.

Rapporteur : Mr .Krantar Kamel.

Examineur: Mr. Zerrouki Mohamed Houcine.

Soutenu publiquement le :21 Juin 2018.

Remerciements.

En préambule à ce mémoire nous remerciant ALLAH qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant ces longues années d'étude.

Nous tenons d'abord à remercier très chaleureusement Mr. Krantar Kamel qui nous a bénéficié de son encadrement et qui nous avoir dirigés avec souplesse et compréhension pour mener a terme ce travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail Et de l'enrichir par leurs propositions.

Nous adressons également nos plus vifs remerciements à tous les enseignants qui nous ont accompagnés le long d notre étude universitaire.

Nous remercions les ingénieurs de laboratoire d'analyse médicale à l'établissement EPH pour nous avoir aidés dans notre travail.

Aux responsables et aux personnels du laboratoire de département de biologie: qui par leur compréhension et leur aide, on a pu accomplir notre travail de recherche.

Enfin, on remercie tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

MOHAMED ET ABDELKADER

Dédicace

Je dédie ce travail :

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

A mes chères sœurs pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A mon cher frère, pour son appui et son encouragement,

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

A toutes mes collègues de ma promotion surtout mon binôme Abdelkader qui partage avec moi la difficulté de ce travail.

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible,

Merci d'être toujours là pour moi.

Mohamed Lamine

Dédicace

Par courtoisie et par respect il est de mon devoir de dédier ce projet.

A mon cher père qui m'a enfournée de son amour et affection .Qu'il trouve dans ce modeste travail, les fruits de ses efforts et ses sacrifices.

A ma très chère mère sa patience, son amour et ses conseil. Qu'elle trouve ici l'expression de ma gratitude.

A mes sœurs et frères avec mon amour et mes vœux de bonheur.

Tous mes chers amis ; a mes formateurs ; a ceux qui ont assisté à ma formation.

A ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'édition de ce projet.

Abdelkader.

Résumé.

Titre: Étude comparative entre l'effet de la température et des rayons UV sur la survie de l'*E.coli*

Résumé :

Dans un contexte global de sécurité alimentaire ; associé à une recherche de nouveaux procédés d'amélioration de la qualité et de prolongement de la fraîcheur, le présent projet a pour but de comparer les effets antimicrobiennes entre la température et des rayons ultraviolets (UV) de la bactéries Gram négatif de la souche (*Escherichia coli*) a été soumise à deux température 100°C et 80°C pendant (4, 5, 10, 20, 25 et 30 minutes) en milieu lait écrémé et entier pour le traitement thermique. Pour le traitement par rayon UV les bactéries ont été soumises à quatre temps de traitement (5, 15, 45 et 60 secondes) et trois distance de la lampe UV (1, 2 et 3 cm).les résultats obtenus montrent que la souche bactérienne est thermosensible à partir de 80°C de traitement, mais aussi sensible aux rayons UVC à partir de 15 seconde de traitement.

Donc on conclut que l'action antibactérienne de la température et des rayons UV sont très importantes.

Mots clés : UV, *Escherichia coli*, stérilisation, traitement thermique, pasteurisation.

Table des matières

-Table des matières

-Remerciements

-Résumé

-Sommaire

-Liste des figures

-Liste des tableaux

-Liste des abréviations

Introduction

-Partie bibliographique :

Chapitre 1 : Généralités sur *Escherichia coli* :.....3

I.1.Historique:..... 3

I.2.caractères généraux :..... 3

I. 3.L'espèce *Escherichia coli*: 3

I.3.1.Caractères morphologiques:..... 4

I.3.2.Caractères culturels:..... 5

I. 3.3.Caractères biochimiques: 5

I.3.4. Résistance aux agents physiques et chimiques : 5

I.3.5.Pouvoir pathogène :..... 6

I.3.6. Les principaux facteurs pathogénicité :..... 7

I.3.6.1. Capsule:7

I.3.6.2.Adhésines:7

Chapitre II. Le traitement thermique. 8

II.1- Moyens de lutte et traitements actuels: 8

II.2- Le traitement thermique: 8

II.2.1.Définition de traitement thermique 9

II.2.2. Mesure des traitements thermiques :..... 9

II.2.2.1. La valeur-D :.....9

II.2.2.2. La valeur-Z.....9

II.2.3. Effet de traitement thermique sur les microorganismes:..... 9

II.2.3.1- Influence de la température sur la physiologie d'*E. coli*..... 10

II.3-Utilisation du traitement thermique dans l'industrie laitière : 12

II.3.1-le lait dans l'alimentation humaine: 12

II.3.2-La Pasteurisation du lait:..... 12

II.3.2.1-Définition et objectifs:..... 12

II.3.2.2-Les procédés de la pasteurisation: 12

Table des matières

II.3.2.3-Paramètre de pasteurisation:.....	13
II.3.3-Autre traitement thermiques.	14
II-3.3.1-Ultra-pasteurisation(UP):	14
II-3.3.2-Procédé UHT:	14
II-3.3.3-La stérilisation:	15
Chapitre III - Généralité sur les rayons ultraviolets :	16
III.1- Aperçu générale sur les rayons ultraviolets :.....	16
III.2- Les sources des rayons UV :.....	17
III.3- Mesure de l'irradiation UV :.....	17
III.3.1- Spectromètres et radiomètres (mesures directes) :	18
III.3.1.1-Radiomètre à large bande :.....	18
III.4- Facteurs influençant la dose de rayonnement UV :	18
III.4.1- Ozone :.....	18
III.4.2- Altitude :.....	19
III.4.3- Albédo :	19
III.4.4- Aérosols :.....	19
III.4.5- Nébulosité :.....	19
III.5- Action du rayonnement UV sur les micro-organismes :.....	20
III.5. 1- Mécanisme de l'inactivation des micro-organismes par l'UV :.....	20
III.5.2- Inactivation des Virus et des bactéries :	21
III.5.3- Cinétique d'inactivation :	21
III.6- Résistance des micro-organismes aux rayonnements UV :.....	22
III.6.1- Les bactéries :.....	22
III.6.2- Les virus :	22
III.6.3-Spores et kystes de protozoaires :.....	22
III.6.4- Les différences de sensibilité des micro-organismes :	22
III.6.5-La taille du génome :	23
III.7- L'utilisation des rayons UV :	23
-Partie expérimentale.	
Chapitre IV -Matériels et Méthodes.....	26
IV.1-Lieu de travail :.....	26
IV.2-Les bactéries :	26
IV.3.Principe du travail :	26

Table des matières

IV.4-Méthodes :	26
IV.4.1-étude du traitement thermique sur E.coli :	26
IV.4.2 - Traitement des échantillons :.....	28
IV.4.2.1- préparation des dilutions décimales:	28
IV.4.3-étude de l'effet du rayonnement UV sur <i>E. coli</i>	29:
IV.4.2.3-Description de la lampe UV :	29
IV.4.2.4- Méthodes	29
 Chapitre V : Résultats et discussion.	31
V.1- Résultats de l'impact de température sur les microorganismes:	31
V.1.1.1- L'effet de la température sur <i>Escherichia coli</i> :.....	31
V.2- Résultats de l'impact des rayons UV sur <i>Escherichia coli</i> :.....	33
V.2.1- L'effet de l'UV sur <i>Escherichia coli</i> :	33
V.2.2- Discussion des résultats :	35
Conclusion.....	36
-Références bibliographiques.	

Table des matières.

-Listes des figures :

Fig. 1: Morphologie d' <i>Escherichia coli</i> sous microscope électronique.....	04
Fig. 2 : Pathogénie de la souche <i>E. coli</i> chez l'humain.....	06
Fig.3 –Schéma représentant la ligne de production du lait pasteurisé	14
Fig. 4 - Spectre des rayonnements UV	16
Fig. 5 - La double hélice de l'ADN et les deux paires de ses bases	20
Fig. 6 - Dimérisation photochimique de deux bases de thymine.....	21
Fig. 7 -Schéma résumant le protocole expérimental pour la souche microbienne.....	27
Fig 8 -Schéma représente le protocole expérimental utilisé pour le traitement thermique du lait.....	28
Fig. 9 - L'appareil UV utilisé.....	29
Fig.10 - Schéma résumant le protocole expérimental pour la souche bactérienne.....	30.
Fig. 11 -Représentation graphique des résultats en pourcentages d'inhibition de la souche <i>Escherichia coli</i> après l'exposition à la température 80 ⁰ C à 10 et 20,25 et 30 minutes.....	31
Fig. 12 -Représentation graphique des résultats en pourcentages d'inhibition de la souche <i>Escherichia coli</i> après l'exposition à la température 100 ⁰ C à 4 et 5 minutes.....	31
Fig. 13 - Résultats de la souche <i>Escherichia coli</i> A) témoin B) après l'exposition à la température 100 ⁰ C à 5 minutes.....	32
Fig. 14 - Représentation graphique des résultats en pourcentages d'inhibition de la souche <i>Escherichia coli</i> après l'exposition sur les rayons UV (5, 15, 45 et 60 Secondes) à différentes distances (1, 2 et 3 cm) dans le lait entier.....	33
Fig. 15 - Représentation graphique des résultats en pourcentages d'inhibition de la souche <i>Escherichia coli</i> après l'exposition sur les rayons UV (5, 15, 45 Secondes) à différentes distances (1, 2 et 3 cm) dans le lait écrémé.....	33
Fig. 16 - Résultats de la souche <i>Escherichia coli</i> A) témoin B) après l'exposition sur les rayons UV (60 Secondes) à distances (1cm).....	34

Table des matières.

-Liste des tableaux :

Tableau 1 représente les différents traitements thermiques du lait cru appliqués dans l'industrie laitière.....15.

Table des matières.

-Liste des abréviations :

ADN : L'acide désoxyribonucléique.

ARN: L'acide ribonucléique.

AFSSA: Agence française de sécurité sanitaire des aliments.

Ca: Calcium.

CIP: Clearing in place.

CIRC: Centre international de recherche sur le cancer.

DO : Densité optique.

E. coli : *Escherichia coli*.

EDS: Eau distillée stérile.

ELISA: dosage d'immuno-absorption par enzyme liée.

ESL: Extended Shelf life.

H: Heure.

HTST: High temperature short time

L: Micro.

Min: Minute.

ml: Millilitre

Nm : Nano mètre.

°C: Degré Celsius.

PCA: Plate count agar.

TSA: Trypticase-Soja- Agar.

TSB : Trypticase - Soja-Bouillon.

TSE: Tryptone-Sel-Eau .

U.H.T : Ultra haute température.

UFC : Unité Formant Colonie par millilitre.

UP : Ultra pasteurisation.

UV : Ultraviolet.

-Introduction

Introduction.

Introduction

Aucun produit alimentaire ne peut maintenir sa qualité originale et optimale indéfiniment. Pendant le stockage, il est inévitable, qu'une certaine détérioration se produise, qui rendra le produit inacceptable pour la consommation (**Blackburn, 2006**).

Il est cependant très difficile de concilier sécurité microbiologique et qualités organoleptiques, du fait de la grande variabilité existante, tant au niveau biologique (aliments crus, microorganismes différents), qu'au niveau pratique (temps de stockage, températures, vie des produits chez le consommateur...) (**Levy, 2010**).

Des bactéries pathogènes peuvent être retrouvées sporadiquement dans ces aliments du fait de l'utilisation de matières premières contaminées et de la contamination apportée par la transformation du produit ou de son stockage. L'efficacité des techniques utilisées pour maîtriser le risque microbiologique est profondément liée aux propriétés physico-chimiques du produit alimentaire, notamment l'activité de l'eau, ainsi qu'à la nature et à l'état physiologique de la flore pathogène présente (**Lang, 2016**).

Les *Escherichia coli* font partie de la famille des Enterobacteriaceae. Ce sont des hôtes communs de la microflore intestinale de l'homme et des animaux à sang chaud (mammifères et oiseaux). Les *Escherichia coli* producteurs de Shiga-toxines (STEC) sont des agents pathogènes importants émergents en santé publique. Parmi lesquels on trouve le sérotype défini comme pathogène par l'AFSSA : O157. Il représente donc un danger pour la santé publique, avec un impact important pour les industries agro-alimentaires (**Savoie, 2011**).

A l'heure actuelle, les produits alimentaires à forte activité d'eau ou liquide sont pasteurisés ou stérilisés par l'intermédiaire de procédés thermiques ou traité par techniques athermique tel que les rayons ultraviolets (UV) (**Lang, 2016**).

La diversité actuelle des produits alimentaires et la diminution de l'intensité des traitements appliqués pour préserver leurs qualités organoleptiques et nutritionnelles ont été accompagnées par le développement de modèles permettant de décrire plus précisément l'inactivation athermique (l'utilisation des rayons UV.) des microorganismes. Parmi eux, certains prennent en compte les facteurs la distance et le temps d'exposition aux UV (**Levy, 2010**).

Introduction.

Les objectifs de ce travail contribuent à la connaissance de l'une des méthodes athermiques de stérilisation des produits alimentaires à savoir la méthode UV, par l'étude de son effet sur l'inactivation d'une bactérie modèle d'*Escherichia coli* ; dans la perspective d'éviter les changements dans les propriétés organoleptiques et nutritionnelles des aliments induites par le traitement thermique et surtout d'atteindre la sécurité sanitaire de ces produits (Levy, 2010).

Le présent travail s'articule sur deux parties, une partie bibliographique, qui comporte des généralités sur la souche *E. coli* ainsi que des informations sur les traitements thermiques et athermique des aliments. La partie expérimentale, est subdivisée en trois chapitres: matériels et méthodes, résultats et discussion. Enfin nous achèverons ce mémoire par une conclusion.

-Partie bibliographique.

-Chapitre 1: Généralités sur l'*Escherichia coli*.

Chapitre 1 : Généralités sur *Escherichia coli* :

I.1. Historique:

Théodor Escherichia, médecin Allemand fut en 1885 l'inventeur d'une bactérie particulière *Bacterium coli* commune qui sera appelée plus tard *Escherichia coli* (Guiraud, 1998). *Escherichia coli* est l'espèce bactérienne qui a été la plus étudiée par les fundamentalistes pour des travaux de physiologie et de génétique. Cette bactérie est connue depuis longtemps comme commensale du tube digestif et pathogène pour l'appareil urinaire (Avril et al., 1992).

I.2. caractères généraux :

Le genre *Escherichia* appartient à la famille des Enterobacteriaceae, qui doit son nom à leur isolement fréquent du tube digestif et/ou des fèces des mammifères (Greatorex et Thorne., 1994). Les entérobactéries sont une vaste famille de bactéries qui sont rencontrées tous les jours en bactériologie médicale.

Le terme Entérobactériaceae vient de deux mots grecs: Enteron «intestin » et baktéron«petit bâton », il signifie bacille intestinal (Fauchère et al., 2002).

La famille des Entérobactéries se définit par les caractères suivants (LeMinoret al.,1990):

- bacille à gram négatif (2 à 4 μ de long sur 0.4 à 0.6 μ de large) ;
- immobiles ou mobiles grâce à des flagelles disposés de manière péri-triche;
- poussent sur milieu ordinaire; aérobies-anaérobies facultatifs; réduisent le nitrate en nitrite ; ont une réaction d'oxydase négative;

I.3.L'espèce *Escherichia coli*:

Selon le Bergey's Manual of systematic bacteriology l'espèce *Escherichia coli* appartient à l'ordre des Enterobacteriales; famille des Enterobacteriaceae; et au genre *Escherichia*. Elle est considérée comme un hôte normal de la microflore bactérienne du tractus digestif de l'homme ainsi que de celle de nombreux animaux à sang chaud (Ghebru, 1988).

Chapitre 1 : Généralités sur l'*Escherichia coli*.

Chez l'homme, on retrouve *E. coli* principalement dans le gros intestin (Laskin et Le chevalier, 1994).

E. coli est l'espèce aérobie quantitativement la plus importante, présente à raison de 10^7 à 10^9 corps bactériennes par gramme de selles (Avril et al. 1992).

A ce titre *Escherichia coli*, et plus largement les coliformes thermo-tolérants, sont recherchés dans les aliments comme indicateurs de contamination fécale; leur présence fournit ainsi une indication sur une éventuelle contamination de l'aliment par des bactéries pathogènes d'origine digestive (ex. *Salmonella thyphimurium*, *E. coli* O157:H7...). En outre, bien que la majorité des souches de *E. coli* soient commensales banales, certaines d'entre elles sont pathogènes et connues des médecins comme étant à l'origine de pathologies intestinales (Levine, 1987) ou extra-intestinales (Pohl, 1993).

I.3.1. Caractères morphologiques:

Bacille à bout arrondi, Gram-, mesure approximativement 2 à 4 μ de longueur sur 0.6 μ de largeur, ne possédant ni capsule ni spores, elle se présente isolé ou en courtes chaînettes (Figure 1), et en quelque cas, sous forme de très long filaments (Djelouat, 2008).

Pourvu de cils, elle est généralement mobile grâce à une ciliature péritriche mais cette mobilité est très variable selon le milieu où la souche a étéensemencée.

Certaines souches développent des capsules et cultivent sur milieux solides en donnant des colonies muqueuses (Le Minor et Richard, 1993).

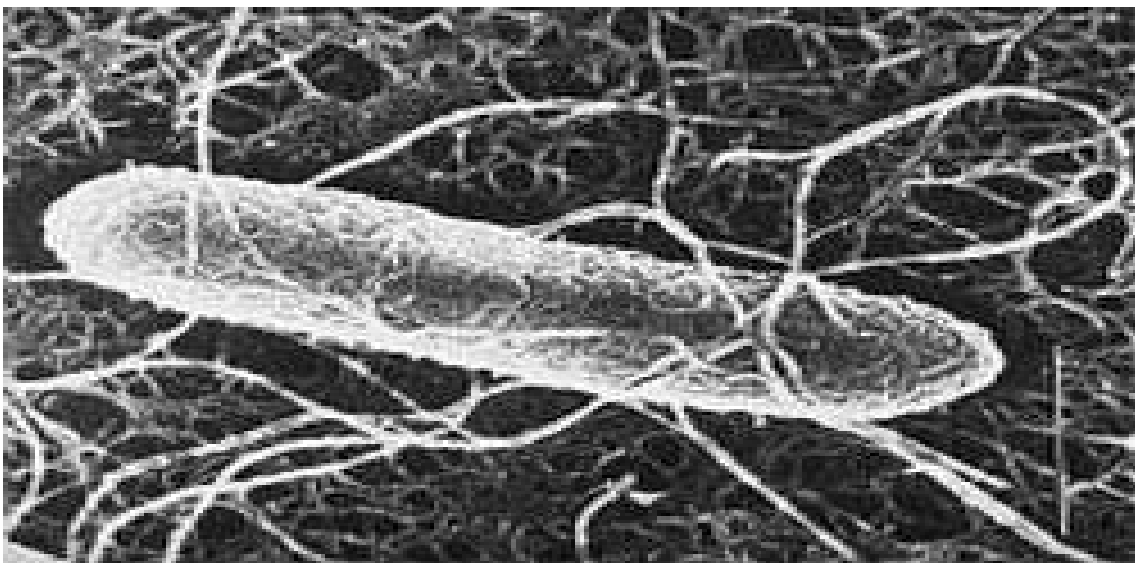


Figure 1: Morphologie d'*Escherichia coli* sous microscope électronique ($\times 30000$).

Ducluzeau, (2006).

Chapitre 1 : Généralités sur l'*Escherichia coli*.

I.3.2. Caractères culturels :

Elle cultive bien en 24 heures à 37 °C sur les milieux gélosés en donnant des colonies rondes; lisses, à bords réguliers, de 2 à 3 mm de diamètre. (Marchal et al., 1991).

La culture en bouillon ordinaire, rapide, produit un trouble avec ondes et parfois un voile grisâtre en surface (Pasteur, 1981; Marchalet al., 1991).

Sur gélose ordinaire, la bactérie donne une culture blanchâtre, épaisse crémeuse, devenant rapidement opaque, et envahissant toute la surface du milieu, et sur milieu gélosé Mac Conkey les colonies sont lactose positif et donnent une coloration rouge brique (Pasteur., 1981 ; Marchal et al., 1991). Toutes ces cultures répandent, en générale, une odeur fécaloïde. (Pilet et al., 1981).

I.3.3. Caractères biochimiques :

Toute Entérobactérie lactose positif, indole positif oriente vers une *Escherichia coli*. (Larpen., 1997). Selon (Guechi., 2002) environ 70 % des souches mobiles donnent les caractères suivants: - Gaz en glucose positifs en général ;

- Production d'indole positif ;
- Lactose, mannitol, sorbitol positif ;
- β -galactosidase (ONPG) positive ;
- Phénylalanine-désaminase, uréase, oxydase, H₂S, négatifs ;
- Rouge de méthyle positif,
- Vogues Proskauer (VP) négative.

I.3.4. Résistance aux agents physiques et chimiques :

Escherichia coli est relativement sensible aux agents physiques et chimiques, dans la majorité des cas, une température de 55°C pendant une heure ou 60°C pendant 20 mn est mortelle pour ces organismes et ils sont tués en autoclave à 120°C pendant 20 mn. (Mao et al., 2003). Elle peut survivre des semaines ou des mois dans l'eau, les matières fécales et dans les poussières des animaux domestiques, elle est hautement sensible à l'action létale du phénol et du crésol, mais l'efficacité de ces désinfectants est réduite en présence du mucus et des fèces (Guechi, 2002).

I.3.5. Pouvoir pathogène :

La propagation de l'infection à l'homme peut s'effectuer directement par contact de personne à personne par la route oro-fécale, indirectement par la consommation d'aliments ou d'eau contaminés. De nombreux cas d'infection à *E. coli* ont été associés avec la consommation de bœuf haché insuffisamment cuit, de lait cru, de fruits et légumes ou d'eau contaminée avec des matières fécales (LeBlanc., 2003). Les symptômes associés aux infections par *E. coli* sont notamment des crampes abdominales et des diarrhées susceptibles d'évoluer vers des diarrhées sanguinolentes (Karchet et al., 2005). De la fièvre et des vomissements peuvent également être observés (LeBlanc., 2003). La période d'incubation va de 3 à 8 jours avec une durée médiane de 3 à 4 jours (OMS.,2016). Dans la plupart des cas, la guérison s'effectue dans les 10 jours, mais chez un nombre restreint de patients, l'infection peut parfois se compliquer par un syndrome urémique hémolytique qui affecte les reins (LeBlanc, 2003). *E. coli* possède des facteurs de virulence lui permettant de s'attacher aux cellules intestinales et de libérer des toxines, connues sous le nom de vérotoxines ou toxines de type Shiga en raison de leur ressemblance avec les toxines élaborées par *Shigella dysenteriae* (Figure 2). Les vérotoxines jouent un rôle important dans l'apparition des symptômes gastro-intestinaux mais l'étape cruciale dans la pathogenèse d'*E. coli* est l'attachement aux cellules de l'hôte (LeBlanc, 2003).

Le diagnostic chez l'humain s'effectue soit par l'isolation de la bactérie *E. coli* ou la détection de la présence des vérotoxines dans des échantillons fécaux ou la détection d'une augmentation d'anticorps anti- *E. coli* dans le sérum (Nataro et Kaper., 1998).

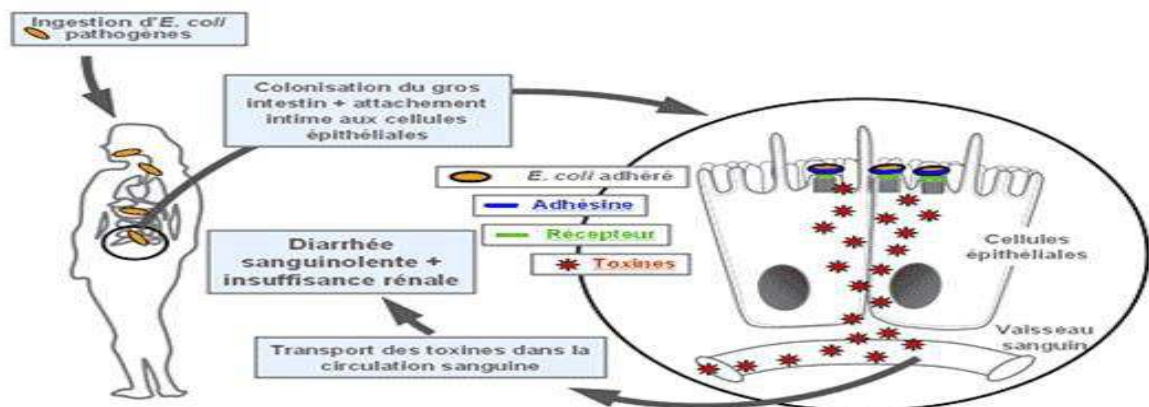


Figure 2 : Pathogénie de la souche *E. coli* chez l'humain. Adapté de Nataro et Kaper (1998);EcL (2004).

I.3.6. Les principaux facteurs pathogénicité :

I.3.6.1. Capsule:

Elle est de nature polysaccharidique. On en connaît 80 variétés immunologiques différentes (antigène K) .La capsule rend la phagocytose plus difficile. Ce sont les *E. coli* de type K1 qui sont responsables de la majorité des infections néo-natales (**Nauciel.,2000**).

I.3.6.2. Adhésines:

De multiples adhésines ont été décrites .Elles peuvent induire une adhésion à des globules rouges ou à des cellules épithéliales en culture .La plupart des adhésines se présentent sous forme de fimbriae (**Nauciel.,2000**).

-Chapitre II : Le traitement thermique.

Chapitre II. Le traitement thermique.

II.1- Moyens de lutte et traitements actuels:

La prévention de l'infection à *E. coli* exige des mesures de lutte à toutes les étapes de la chaîne alimentaire, depuis la production jusqu'au traitement.

À la fabrication et à la préparation des aliments, tant dans les établissements commerciaux que dans l'environnement domestique. Ainsi, les mesures d'hygiène accrues et la cuisson des aliments demeurent des moyens efficaces pour diminuer l'incidence de ces infections.

Actuellement, l'antibiothérapie est le traitement le plus commun contre les infections à *E. coli*. Cependant, des études cliniques récentes ont montré que leur utilisation ne serait pas recommandée car ils peuvent être associés à un risque plus élevé de développer un syndrome urémique hémolytique chez les enfants et les personnes âgées en plus d'allonger la durée de la diarrhée (**Molbak et al., 2002; Panos et al., 2006**).

Ces auteurs ont entre autres attribué cet effet d'allongement de la diarrhée à l'élimination du micro biote intestinal compétiteur laissant place à la multiplication des *E. coli* et plus particulièrement si les souches sont résistantes aux antibiotiques administrés. De plus, en lysant les cellules les antibiotiques peuvent augmenter la diffusion des toxines (**Nataro et Kaper., 1998**).

II.2- Le traitement thermique:

La sensibilité des micro-organismes à la température en fait un aspect clé de leur développement. Quant à la température c'est un facteur sensible sur lequel le professionnel peut facilement agir. Ce facteur est en effet très utilisé pour réguler le développement des micro-organismes (**Mcswane et al., 2000**) Le traitement thermique, lorsqu'il est possible, permet de détruire les micro-organismes présents sur l'aliment. Cela nécessite d'appliquer le couple temps -température efficace (**Carbonel., 2007**).

On distingue différentes catégories des micro-organismes. Les cryophiles sont capables de se développer en dessous de 15-20°C, y compris pour certains jusqu'à des températures négatives (les cryophiles obligatoires ne sont pas capables de se développer à 20°C). On trouve dans ce groupe de nombreuses bactéries de la flore Gram - saprophytes (*Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*...) et des moisissures (*Cladosporium*, *Sporotrichum*...). Les mésophiles qui comprennent la majorité des micro-organismes se développent entre 15 et 45°C.

Chapitre II. Le traitement thermique.

Les thermophiles sont capables de se développer au-dessus de 45°C jusqu'à 75-80°C (les thermophiles obligatoires ne sont pas capables de se développer à 37°C).

On trouve dans ce groupe des bactéries lactiques (*Lactobacillus* «*thermobacterium*», *Propionibacterium shermani*), des bactéries sporulées (*Clostridium thermosaccharolyticum*, *Bacillus stearothermophilus*), certains champignons ascomycètes. Il ne faut pas confondre micro-organisme thermophile et thermorésistant. La thermo-résistance est l'aptitude à résister à un traitement thermique alors que la thermophile est son aptitude à se développer à haute température (Dupin et al., 1992).

II.2.1. Définition de traitement thermique

Le traitement thermique est un procédé de nature physique appliqué en industrie de transformation alimentaire pour réduire le nombre total de microorganismes. La résistance à la chaleur des microorganismes varie en fonction de leur nombre et de la résistance intrinsèque au genre et à l'espèce. Pour inactiver adéquatement les microorganismes, plusieurs paramètres ont été établis pour évaluer leur résistance thermique et ajuster la sévérité du traitement en conséquence (Philippe., 2012).

II.2.2. Mesure des traitements thermiques :

II.2.2.1. La valeur-D :

Le temps de réduction décimale (D) ou la valeur de D est un paramètre qui consiste à déterminer le temps (seconde ou minute) nécessaire pour tuer 90% de la population du microorganisme cible à une température (°C) spécifique. (Philippe., 2012).

Autre paramètre déterminé expérimentalement, la valeur-z.

II.2.2.2. La valeur-Z

Elle équivaut à la montée en température nécessaire pour diminuer la valeur-D de 90% (Philippe., 2012). C'est-à-dire l'accroissement de température nécessaire pour réduire D à 1/10 de sa valeur ou pour la réduire d'un log quand le logarithme de D est porté en graphique en fonction de la température (Prescott et al., 2010).

II.2.2. Effet de traitement thermique sur les microorganismes:

La chaleur humide tue le microorganisme par dénaturation des acides nucléiques, des protéines de structure et des enzymes (Farkas., 2007).

Chapitre II. Le traitement thermique.

D'une façon générale, la stabilité thermique des ribosomes correspond à la température maximale de croissance d'un microorganisme.

Les membranes cytoplasmiques semblent être les sites majeurs de dommages causés par la chaleur humide. Les microorganismes y sont plus sensibles qu'à la chaleur sèche, du fait la forte influence de l'activité de l'eau (**Lund et al., 2000**).

En effet, la chaleur sèche nécessite de plus hautes température et de temps de chauffage plus longs pour arriver au même taux de destruction (**Katzin et al., 1942**).

II.2.2.1- Influence de la température sur la physiologie d'*E. Coli* :

La température influence la croissance, la physiologie et la survie des microorganismes. Étant en microorganisme entérique mésophile, la température optimale de croissance d'*E. Coli* est de 37°C (**Doyle et Schoeni., 1984**).

Dans des milieux de culture synthétiques, la température minimale de croissance de la bactérie se situe entre 6 et 7°C, tandis que la température maximale se situe approximativement à 45,5°C (**Nauta et Dufrenne., 1999; Gonthier et al., 2001**). De fait, les traitements à basse température ne font que ralenti ou arrêter la croissance microbienne. Leur effet létal est 10 minimal.

De plus, la température de réfrigération permet la survie de la bactérie à des pH et à des teneurs en NaCl défavorables à sa croissance (**Zanoni et al., 1993**). Au point de congélation, la formation de cristaux de glace provoque d'importants dommages cellulaires aux microorganismes.

Cependant, le taux de mortalité est difficile à déterminer, car il dépend de plusieurs facteurs, dont la vitesse de formation et la taille des cristaux de glace, la température de stockage et la méthode de décongélation. Toutefois, il a été démontré qu'*E. Coli* 0157:H7 pouvait survivre plus d'un an à des températures de congélation de -20°C, pour 9 des 23 échantillons évalués par méthode immunologique de type ELISA (**Milley et Sekla., 1993**).

À l'inverse, *E. Coli* n'est pas considéré comme étant thermorésistant. Ainsi, les traitements thermiques tels que la pasteurisation se sont montrés efficaces pour la détruire.

Chapitre II. Le traitement thermique.

Sur le plan physiologique, la paroi de la membrane cellulaire des eubactéries est composée d'une double couche de phospholipides. Le maintien d'un certain niveau de fluidité de cette membrane joue un rôle essentiel dans l'entrée des nutriments et dans le pompage des ions (**Russell., 1990**).

Une baisse de température engendre une perte de la fluidité des phospholipides et vient compromettre les fonctions cellulaires. Chez *E. coli*, ainsi que plusieurs autres microorganismes,

La cellule a recours à un mécanisme permettant de changer le niveau de saturation des chaînes carbonées de la couche de phospholipides. Il a été démontré chez *E. coli* qu'à une température de 15°C.

le contenu en acides gras insaturés de la membrane cellulaire augmente en acides palmitoléiques et en acide oléique tandis que survient une diminution des acides gras saturés tel que l'acide palmitique (**Katsui et al.,1981**).

Ce changement permet de réduire le point de fusion des phospholipides, et par le fait même, d'accroître la fluidité membranaire (**Garwin et Cronan., 1980; De Mendoza et al.,1983**). Inversement, à 37 °C, la membrane augmente sa quantité en acides gras saturés tandis que celle en acides gras insaturés diminue (**Katsui et al., 1981**).

Une autre stratégie développée par les microorganismes pour se protéger des variations de température est la synthèse de tréhalose.

La production de ce disaccharide est un mécanisme qui a été conservé au fil de l'évolution puisqu'il est présent chez plusieurs organismes, incluant levures et les plantes. Chez *E. coli*, le tréhalose protège la bactérie contre les chocs osmotiques (**Ström et Klaasen., 1993**), la dessiccation (**Welsh, et Herbert., 1999**) et confère une protection mineure aux cellules en phase stationnaire face à la chaleur (**Hengge-Aronis et al., 1991**).

La synthèse de tréhalose joue aussi un rôle important dans la survie de la bactérie à basse température. **Kandror et al., (2002)** ont démontré que des *E coli*-mutants, incapables de synthétiser le tréhalose, subissaient une réduction de viabilité à 4°C. Le mode d'action du tréhalose à basse température reste encore inconnu.

Chapitre II. Le traitement thermique.

Les effets de la température influencent aussi la synthèse protéique chez *E.coli*. Un passage rapide de 37°C à 15°C provoque une baisse temporaire du nombre des polyribosomes et un arrêt provisoire de la synthèse protéique (**Jones et Inouye., 1996**) qui s'explique par un blocage de l'initiation de la traduction des ARN messagers (**Leimaux et al., 1978**).

II.3-Utilisation du traitement thermique dans l'industrie laitière :

II.3.1-le lait dans l'alimentation humaine:

Le lait est un élément essentiel de la nutrition humaine. Il est une source très essentielle de Ca, P, de la riboflavine, la vitamine B12, et une grande majorité de protéine, sucre, lipides de qualité, avec tous ces éléments nutritifs exigera nécessité en matière de nutrition humaine (**Kaan-Tekinsen et al., 2007**).

II.3.2-La Pasteurisation du lait:

II.3.2.1-Définition et objectifs:

Plusieurs définitions ont été données à cet effet par divers auteurs qui s'accordent tous à mettre l'accent sur l'assainissement correct du lait par la chaleur tout en se souciant de préserver la haute valeur nutritive du lait. Pasteuriser le lait, c'est détruire en lui, par l'emploi convenable de la chaleur, la presque totalité de la flore banale, la totalité de la flore Pathogène, tout en s'efforçant de ne toucher qu'au minimum à sa structure physique, à ses équilibres chimiques et à ses éléments biochimiques. (**Ould Mustapha et al., 2012**). En autres termes d'assurer sa salubrité et de prolonger sa durée de vie. (**Meunier-Goddik Et-Sandra.,2002**).

II.3.2.2-Les procédé de la pasteurisation:

La pasteurisation est un procédé consistant à chauffer du lait cru pendant quelques minutes ou secondes à une température la plus basse possible, entre 63 et 95° C, puis à le refroidir à 4°C de manière à détruire les germes nocifs qui pourraient être présents dans le lait, et réduire le nombre de microorganismes nullement dangereux pour la santé. (**Ould Mustapha et al., 2012**). Pour que le lait soit pasteurisé, il doit être soumis:

Soit à une température de 63° C pendant une durée de 30 minutes à basse température cette pasteurisation est presque abandonnée. Soit à une température de 85° C pendant une durée de 15-20 secondes (HTST/température moyenne)

Chapitre II. Le traitement thermique.

Soit encore instantanément à une température de 95° C HTSTI haute température (**arrêté; 1993**).

Ce type de pasteurisation haute température courte durée, est très répandu ces dernières années, où les deux préoccupations de sécurité alimentaire et le désir de prolonger la durée de conservation du lait liquide ont incité.

De nombreux transformateurs de produits laitier à augmenter la pasteurisation à des températures au-dessus des conditions minimales spécifiées par le décret A du lait pasteurisé (72 °C pour 5 sec). (**Ranieri et al., 2009**). C'est le principe des procédés HTST. Les barèmes de température de pasteurisation sont liés proportionnellement aux temps.

Le couple température/ temps joue un rôle essentiel dans la pasteurisation chaque fois que la température de pasteurisation augmente le temps est réduit.

Exemple: une température de pasteurisation située entre 70 et 72 sans durée de chambrage est optimale. Dans l'industrie du lait, le chambrage est un processus dans laquelle le lait séjourne dans un tube calorifugé à une température voisine de celle de la pasteurisation pendant un temps limité, pour assurer une parfaite homogénéité thermique.

II.3.2.3-Paramètre de pasteurisation:

La conception des lignes de traitement du lait pasteurisé du commerce varie beaucoup d'un pays à l'autre, et même d'une laiterie à l'autre, en fonction de:

- La législation et la réglementation locale. La standardisation éventuelle de la matière grasse qui peut se faire avant, après ou pendant la pasteurisation.

- L'homogénéisation peut être totale ou partielle D'autre part, la rapidité de ce traitement (quelques secondes) permet de conserver intactes les qualités organoleptiques et nutritionnelles du lait. (**Ould Mustapha et al., 2012**).

Les appareils les plus souvent utilisés pour la pasteurisation du lait sont les échangeurs de chaleur à plaques. Ceux-ci sont construits selon une structure modulaire, autrement dit toutes les sections nécessaires au processus de pasteurisation sont situées dans une même installation sous forme de modules. Les différentes sections sont ordonnées de telle façon qu'à la zone la plus chaude succède la zone la plus froide, ce qui a des avantages du point de vue énergétique. Avec cette technologie, la récupération de chaleur s'élève à environ 85 %.

Chapitre II. Le traitement thermique.

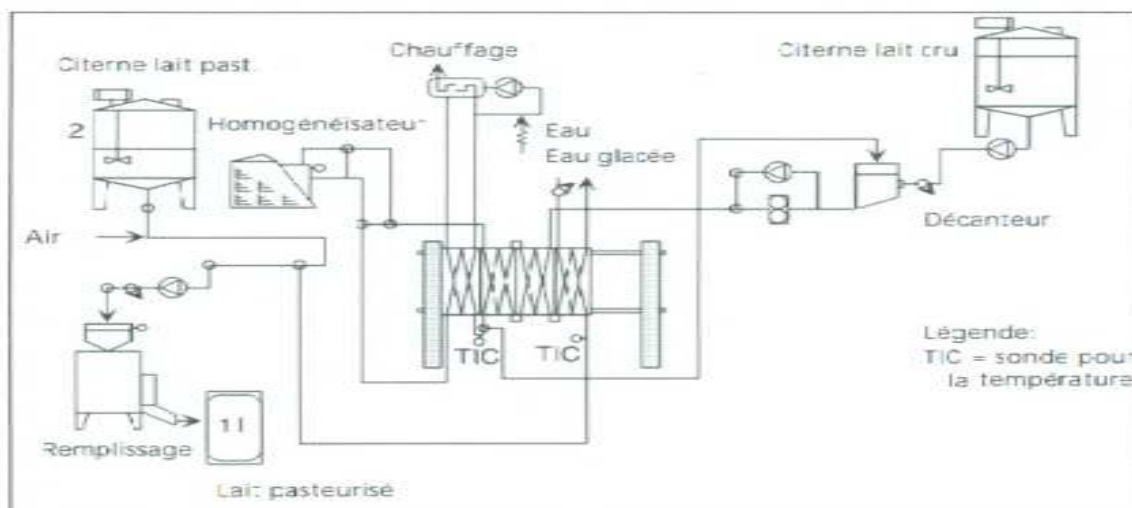


Fig.3 –Schéma représentant la ligne de production du lait pasteurisé (Strahm et Eberhard, 2010).

II.3.3-Autre traitement thermiques.

II-3.3.1-Ultra-pasteurisation (UP):

Permet aux transformateurs laitiers de produire des laits et des produits laitiers avec une durée de conservation prolongée similaire aux processus UHT, Elle emploie un traitement thermique plus élevée que la pasteurisation, mais inférieure aux processus UHT. Le lait doit être stocké de 4 à 8°C avant et pendant l'utilisation. (Simon et Hansen, 2001). Le lait ultra Pasteurisé vendu en emballage aseptique est traité à des températures allant de 137-143°C avec des temps de maintien de 2 à 3sec (Tomasula et al., 2004).

L'ultra pasteurisation est parmi les nouvelles techniques de fabrication introduites pour la production de lait ESL (extended shelf life) comme un lait à durée de vie étendue avec un goût du lait frais et dont la durée de conservation maximal est de 4 semaine dans la chaîne de distribution à froid (Schmidt et al., 2011).

II-3.3.2-Procédé UHT:

Le traitement UHT du lait et des produits laitiers c'est l'application continue de la chaleur qui se déroule à des températures élevées entre 135-150°C durant un bref moment qui rend le produit commercialement stérile, lorsqu'il est combiné à un conditionnement aseptique (Siddappa et al., 2012). Les bactéries aussi bien que les spores sont détruites, et un certain nombre d'enzymes sont inactivés, ce qui fait que le lait emballé se conserve plus longtemps (3 mois au minimum).

Chapitre II. Le traitement thermique.

Une fois l'emballage ouvert, le lait ne se conserve toutefois que quelques jours au réfrigérateur. (Vandercammen ,2011).

II-3.3.3-La stérilisation:

La dénomination « lait stérilisé » est réservée au lait préalablement conditionné dans un emballage hermétique, puis chauffé pendant 10 à 20 minutes à une température de 110-120°C afin de détruire tous les germes susceptibles de s'y développer.

Le lait est ensuite Rapidement refroidi. Il se conserve à température ambiante, tant que l'emballage n'a pas été ouvert (Merigaudal et al., 2009).

Tableau.1 représente les différents traitements thermiques du lait cru appliqués dans l'industrie laitière.

Mode de traitement thermique.	Température appliquée.	Durée de conservation.
Pasteurisation.	72-85 °c pendant 15 secondes.	7 à 10 jours à 4 °c.il doit être consommé dans les 3 jours.
Pasteurisation haute.	85-135 °c.	21 à 30 jours.
UHT (Upérisation Haute Température).	140-150 °c à court temps 2-5 secondes.	3 mois.
Stérilisation.	110-120 °c pendant 10 à 20 minutes.	conserve à température ambiante, tant que l'emballage n'a pas été ouvert.

-Chapitre III : Généralité sur les rayonnements UV.

III- Généralité sur les rayons ultraviolets :

III.1- Aperçu générale sur les rayons ultraviolets :

En 1801, le physicien **Johann Wilhelm Rittera** découvrit la région ultraviolette du spectre solaire. Il a montré une action chimique des longueurs d'onde plus courtes que le violet de 100 à 400 nm sur le chlorure d'argent. Cette partie du spectre correspond au rayonnement UV. Il est subdivisé en trois groupes en fonction des caractéristiques physiques des différentes longueurs d'onde : UVC de 100 à 280 nm, UVB de 280 à 315 nm et les UVA de 315 à 400 nm. Seulement 1% du rayonnement de longueur d'onde supérieure à 315 nm est absorbé par l'ozone de l'atmosphère et 90% pour les longueurs d'onde inférieures à 315 nm (**Armstrong, 1994**).

Ces rayons UV ont une action photochimique sur les corps, action qui se manifeste par des réactions très diverses telles que :

- Pigmentation de la peau (UV-A),
- Vitamination des produits alimentaires (UV-B),
- Destruction des micro-organismes (UV-C),
- Formation d'ozone (pour des longueurs d'onde de l'ordre de 185 nm).

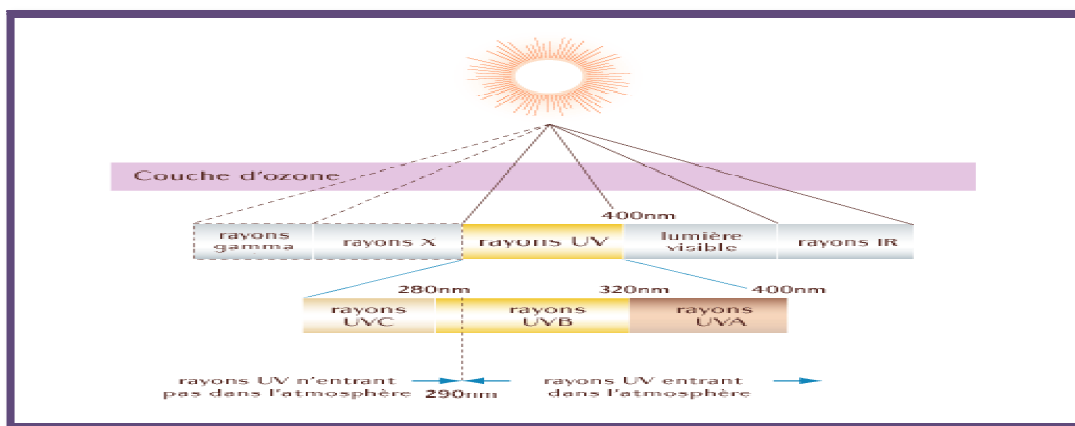


Fig. 4 - Spectre des rayonnements UV (Awwa, 1990)

En pratique, les photo-biologistes utilisent parfois une subdivision différente en fonction des caractéristiques biologiques du rayonnement ultraviolet : UVC de 200 à 290 nm, les UVB de 290 à 320 nm et les UVA de 320 à 400 nm (**Diffey, 2002**).

Chapitre III : Généralité sur les rayonnements UV.

Les rayonnements UVC ainsi définis (de longueur d'onde inférieure à 290 nm) n'atteignent pas la surface de la terre, sauf à très haute altitude où la couche Atmosphérique traversée par les UV est moins épaisse.

La séparation à 320 nm correspond à la longueur d'onde au-delà de laquelle le rayonnement traverse le verre. De plus, les effets biologiques sont plus importants pour les longueurs d'onde plus courtes que 320 nm.

Le flux d'énergie du rayonnement s'exprime en Watt par unité de surface (par exemple : W/cm²). L'irradiation reçue par un individu ou par une surface dépend de ce flux d'énergie et du temps d'exposition.

Elle s'exprime en Joules par unité de surface (par exemple : J/cm²) ou en Wattheures par unité de surface (Wh/cm²). Par exemple, une dose de 100 Wh correspond à la dose reçue avec une puissance de 100 watts pendant une heure ou avec une puissance de 50 Watts pendant deux heures. 1Wh correspondent à 3600 Joules. Lorsque l'irradiation est exprimée en fonction de la longueur d'onde, on parle de distribution spectrale. IL est important de la prendre en compte car la nature des effets du rayonnement UV dépend de la longueur d'onde (Setlow, 1974 ; Agar, 2004 ; Pearse et al.,1987).

III.2- Les sources des rayons UV :

Naturellement les rayons UV sont contenus dans le rayonnement solaire. La plupart des UV de type B et C sont absorbés dans l'atmosphère par la couche d'ozone (Sandec, 2005) Généralement les rayonnements UV artificiels sont produits à l'aide de sources lumineuses à vapeur de mercure parmi lesquelles on distingue les lampes basse et haute pression qui se différencient par leur spectre, leur géométrie ou encore leur puissance (Faure, 2010). Les UVA peuvent être générés également par des diodes électroluminescentes (Huang et al., 2009).

Cette technique présente certains avantages dont une durée de vie longue, un meilleur rendement photonique/électrique que les lampes à vapeur de mercure, ainsi qu'une compacité plus élevée et une faible consommation électrique (Faure, 2010).

III.3- Mesure de l'irradiation UV :

Une difficulté dans la mesure de rayonnement UV est de supprimer les autres composants du spectre électromagnétique. Ce problème est dû au fait que l'énergie du rayonnement UV est très faible en comparaison des rayonnements visibles et infrarouges. Diverses méthodes ont été développées pour estimer l'exposition au rayonnement ultraviolet solaire et sont discutées ici dans l'optique d'utilisations dans les études épidémiologiques.

III.3.1- Spectromètres et radiomètres (mesures directes) :

Les spectro-radiomètres et les radiomètres sont des appareils de mesure directe de l'irradiation ultraviolette au sol. Ils fournissent des données pour des localisations précises (Martínez *et al.*, 2002).

III.3.1.1-Radiomètre à large bande :

D'après (Grainger *et al.*, 1993 ; Hartge *et al.*, 2006 ; Johnsen et Moan, 1991) le radiomètre à large bande est un instrument moins coûteux qui permet de mesurer l'irradiation fournie par un ensemble de longueurs d'ondes prédéfinies et non pour chaque longueur d'onde. Il possède généralement un détecteur avec un dispositif de sélection des longueurs d'onde et une optique d'entrée.

Par exemple, un radiomètre à UVB doit avoir un capteur avec une réponse spectrale uniforme pour les longueurs d'ondes comprises entre 280 et 315 nm et une réponse nulle pour les autres longueurs d'onde. Il existe aussi des radiomètres à UVA et à UV érythémateux.

Le capteur doit recevoir les rayonnements provenant de tous les côtés pour prendre en compte le rayonnement direct, diffus et réfléchi. Le temps de réponse est plus rapide que celui des spectro-radiomètres ce qui permet de prendre en compte les changements météorologiques rapides. Le radiomètre le plus utilisé est le Robertson-Berger. Il mesure la dose d'ultraviolet reçue pour les longueurs d'onde responsables de l'apparition des érythèmes. Mais il est sensible à la température. De plus, pour couvrir de grandes zones géographiques, il est nécessaire d'avoir un grand réseau de radiomètres (Johnsen et Moan, 1991).

III.4- Facteurs influençant la dose de rayonnement UV :

III.4.1- Ozone :

La couche d'ozone (O₃) de l'atmosphère est située dans la stratosphère, à environ 10 km au-dessus de la surface terrestre. Elle absorbe la quasi-totalité des UVC et une partie des UVB dont elle est le principal composant absorbant dans l'atmosphère et très peu d'UVA. Dans les années 1980, nous avons commencé à nous intéresser plus en détails à la diminution de la quantité d'ozone dans l'atmosphère et à ses effets. Elle est susceptible d'entraîner une augmentation de l'irradiation UV arrivant jusqu'à la surface terrestre (Kölmli, 2008).

Chapitre III : Généralité sur les rayonnements UV.

Une diminution de 1% de l'ozone atmosphérique engendrerait une augmentation de 2% de la dose de rayonnement UV efficace sur l'ADN (**Setlow, 1974**).

III.4.2- Altitude :

Aux altitudes les plus élevées, les rayonnements UV ont une épaisseur d'atmosphère plus fine à traverser et sont donc moins atténués. L'augmentation du rayonnement UV varie de 5% à 20% pour chaque kilomètre d'altitude selon la longueur d'onde (**Aucamp et al.,2011**).

III.4.3- Albédo :

L'albédo est le taux de rayonnement atteignant la surface terrestre qui est réfléchi par celle-ci Il est souvent inférieur à 10% La principale exception est la neige dont l'albédo peut amplifier le rayonnement UV jusqu'à 90%. Le sable reflète 15 à 30% du rayonnement. Au contraire l'herbe réfléchit peu le rayonnement UV. La réflexion de l'eau dépend de son mouvement. Une eau calme ne reflète que 5% tandis qu'une eau agitée peut refléter jusqu'à 20% (**Diffey, 2002**).

III.4.4- Aérosols :

Diverses particules de l'atmosphère, les aérosols, diffusent et absorbent les radiations UV. La diffusion est le phénomène par lequel un faisceau de rayonnement est dévié dans de multiples directions.

Lorsqu'une petite particule se trouve sur le trajet de l'onde ultraviolette, elle rayonne à son tour dans toutes les directions (**Kimlin, 2008**).

III.4.5- Nébulosité :

L'effet d'un nuage sur le rayonnement UV dépend de sa composition, sa densité et son altitude. Dans la plupart des cas, la nébulosité diminue le rayonnement (**Kimlin,2008**). La transmittance d'un nuage est le ratio de l'éclairement UV avec couverture nuageuse et de l'éclairement UV sans couverture nuageuse. Elle diminue quand la longueur d'onde augmente. Elle est de 45% pour les UVA et 60% pour les UVB (**Seckmeyer et al.,1996**). Les nuages qui sont composés soit de gouttelettes liquides ou de gouttelettes de glace atténuent les UV principalement par diffusion (**Diffey,2002**). Les gouttelettes ont un rayon d'environ 1 à 30 microns, beaucoup plus large que les longueurs d'onde des UV.

Chapitre III : Généralité sur les rayonnements UV.

Certaines études ont montré que les nuages pouvaient augmenter le rayonnement UV par rapport à une journée sans nuage par phénomène de réflexion, en particulier le rayonnement UVB (Sabburg *et al.*,2001 ;Thiel *et al.*,1997).

III.5- Action du rayonnement UV sur les micro-organismes :

III.5. 1- Mécanisme de l'inactivation des micro-organismes par l'UV :

Pour qu'il y ait désinfection, les lampes doivent fournir une radiation lumineuse dont le spectre d'émission se situe dans la région de l'UVC laquelle est la plus efficace à produire un effet germicide. On observe ce dernier lorsque l'énergie de la radiation est absorbée au niveau du matériel génétique (ARN et ADN). Ce dernier contient l'information qui est transmise d'une génération à l'autre et qui permet de perpétuer les caractères propres à l'espèce.

Plus particulièrement, ce sont les nucléotides, éléments constitutifs des acides nucléiques qui absorbent le rayonnement, soit les bases puriques (adénosine (A) et guanine (G)) et les bases pyrimidiques (thymine (T) et cytosine (C)) (Abrahams *et Vander*,1976).

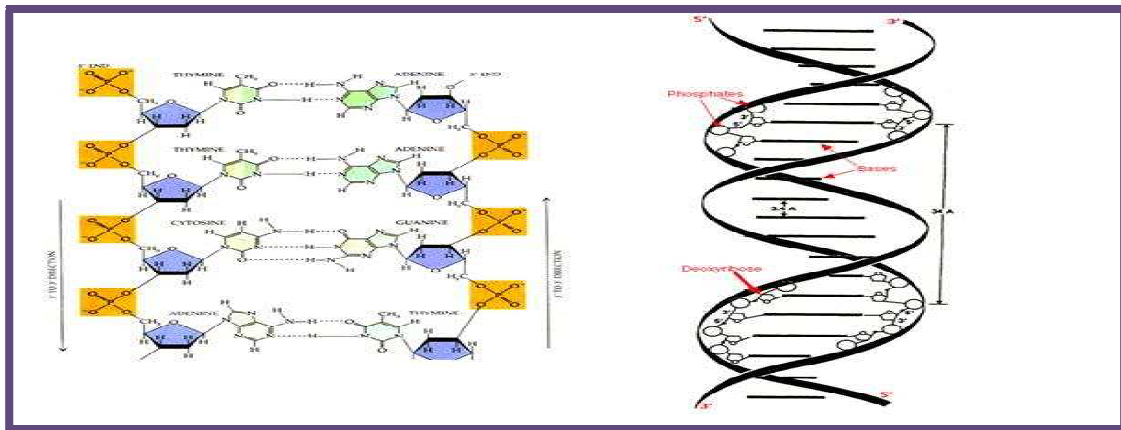


Fig. 5 - La double hélice de l'ADN et les deux paires de ses bases (Massetot, 2008)

Suivant l'exposition aux UV, il y a une variété de photo-produits formés au niveau de l'ADN dont le plus important est le dimère de pyrimidines adjacentes sur un des brins d'ADN et dont les 3 types répertoriés sont : T-T (appelé le dimère de thymine et le plus fréquent), T-C et C-C. Le dimère crée une distorsion au niveau de l'ADN., rendant inefficace voire impossible la réplication du micro-organisme ; il en résulte la mort cellulaire ou l'apparition d'une génération de mutants non viables ou incapables de se reproduire (Bolton, 1999).

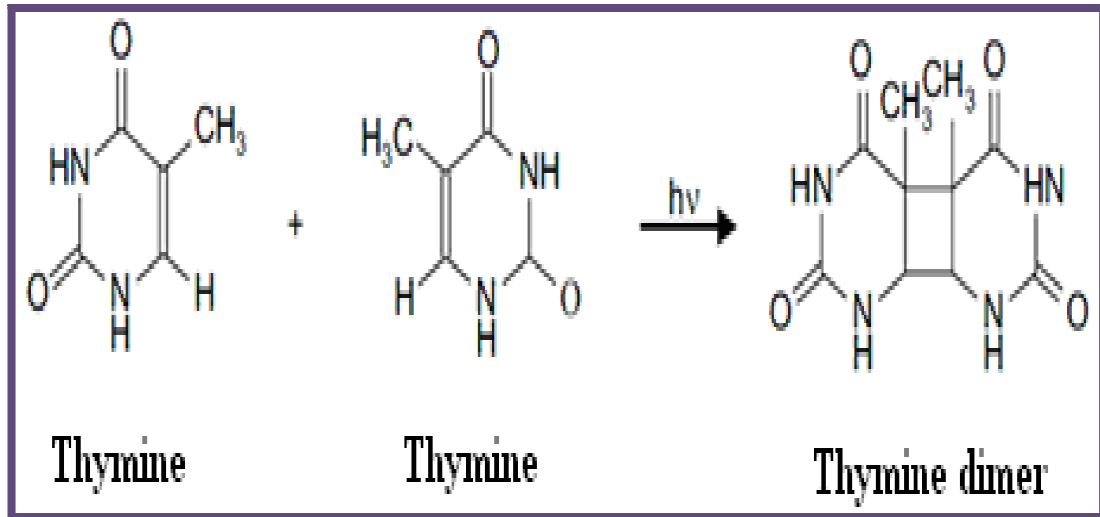


Fig. 6 - Dimérisation photochimique de deux bases de thymine

(Bolton., 1999)

Quelques micro-organismes (en particulier bactéries) ont un mécanisme de réparation qui dissocie les dimères de thymine, ce processus est déclenché par l'absorption de la lumière UVA et la lumière visible et s'appelle ainsi la photo réactivation. Le mécanisme de réparation peut être empêché, mais ceci exige une dose UV plus élevée (Bolton,1999).

III.5.2- Inactivation des Virus et des bactéries :

Les bases pyrimidiques de l'ARN des virus sont constituées de cytosine et d'uracile, au lieu de thymine et de cytosine pour l'ADN des bactéries. La dimérisation de la thymine est plus facilement induite par les UV que celle de l'uracile. Ceci peut expliquer la plus grande résistance des virus. Les rétrovirus ont un double brin d'ARN sur lequel d'avantage des dommages seraient nécessaires à l'inactivation ou qui permettrait la redondance des informations, ce qui est impossible sur un ARN monobrin tel que celui du poliovirus. Les réovirus sont 3 fois plus grands que les poliovirus et possèdent une double membrane protéinique, qui absorberait mieux les UV (Faure, 2010).

III.5.3- Cinétique d'inactivation :

L'inactivation des bactéries est caractérisable par des cinétiques qui comportent classiquement trois (03) étapes. La première phase correspond à une décroissance lente de la concentration bactérienne au cours du temps voire une stabilisation de celle-ci : il s'agit d'un plateau (I) dont la présence peut s'expliquer par une attaque isolée sur de multiples cibles qui conduirait à un faible endommagement des cellules.

Chapitre III : Généralité sur les rayonnements UV.

Puis viennent l'étape de croissance « log linéaire » (II) qui couvre la plus grande partie de la réaction et dans laquelle l'attaque des cellules est démultipliée, et le troisième stade qui correspond au ralentissement final du processus (III) La cinétique de désinfection par rayonnement UV est contrôlée essentiellement par les caractéristiques de l'intensité UV, du temps (Faure, 2010).

III.6- Résistance des micro-organismes aux rayonnements UV :

III.6.1- Les bactéries :

Les bactéries non sporulées sont les germes les moins résistants aux rayonnements UV (Dykstra, 2002), leur résistance est comparable à celle d'*Escherichia coli*.

III.6.2- Les virus :

(Linden et Mofidi 1999) et d'autres auteurs ont démontré dans leurs travaux que les virus sont moins sensibles aux rayonnements UV que les bactéries. On note également une différence de sensibilité entre virus, les rota virus étant plus résistants que les poliovirus. Les bactériophages fécaux spécifiques des bactéries entériques peuvent servir comme indicateurs des risques de contamination virale (Shayeb, 2000).

III.6.3-Spores et kystes de protozoaires :

Ce sont les formes qui présentent la plus grande résistance aux rayonnements UV, et certains micro-organismes parasites ne seraient pas affectés (comme les œufs d'helminthe). Des travaux ont comparé la sensibilité des spores aux UV et aux autres désinfectants, et ils ont constaté que les UV sont les plus efficaces, même si quelques formes résistantes nécessitent d'importantes doses UV pour les réduire aux normes requises (Hijnenetal., 2006).

III.6.4- Les différences de sensibilité des micro-organismes :

D'après (Rauth, 1965 ; Chang et al., 1985) la réponse à l'UV est variable selon le type de micro-organisme ciblé. En se limitant aux trois groupes principaux visés par la désinfection, la conclusion de la majorité des auteurs va dans le sens de celle de (Chang et al., 1985).

Chapitre III : Généralité sur les rayonnements UV.

Les essais en laboratoire ont permis de déterminer le degré de résistance de différents microorganismes par rapport à celle d'*Escherichia coli*. Les bactéries végétatives nécessitent à peu près les mêmes doses qu'*Escherichia coli*. Les virus testés (rotavirus et poliovirus) sont trois à quatre fois plus résistants, les bactéries sporulées (*Bacillus subtilis*) sont environ 10 fois plus résistantes alors que les kystes de protozoaires (*Acanthamoeba castellanii*) requièrent des doses environ 15 fois supérieures (Mignot, 2006).

La variation de sensibilité observée est difficilement dissociable de son état morphologique. Puisque le rayon doit pénétrer la cellule pour l'endommager, les organismes possédant une paroi plus épaisse ou des structures externes particulières seront en principe plus résistants aux rayons.

III.6.5-La taille du génome :

Vu la nature de l'action du rayonnement UV, la taille du génome et l'épaisseur des couches externes jouent un rôle important (Bolton, 1999), montre qu'à l'intérieur du même genre bactérien, la réponse peut être variable selon l'espèce, en raison de la taille ou de la composition du génome. Pour assurer leur inactivation, les micro-organismes doivent subir de multiples attaques du rayonnement au niveau du génome. Les acides nucléiques requièrent des dizaines et même des centaines de transformations photochimiques pour que la réplication soit rendue non fonctionnelle. De ce fait, les plus gros organismes présentent généralement la plus importante résistance.

D'autre part, on remarque que les génomes qui contiennent des thymines sont les plus sensibles (Jagger, 1967), impute cette sensibilité au fait que les dimères de thymine sont plus facilement formés que les autres types.

III.7- L'utilisation des rayons UV :

Diverses études suggèrent un effet protecteur de l'exposition au soleil sur certains types de cancers (Angulo et al., 2004). L'explication avancée est le rôle de l'UVB dans la synthèse de vitamine D. Mais ces études utilisent des données écologiques et des approximations de l'exposition au rayonnement UV, comme le temps passé en extérieur. Un groupe de travail du Centre international de Recherche sur le Cancer (CIRC) a étudié la relation entre l'exposition à l'UV et une éventuelle diminution de risque pour certains cancers. L'exposition à l'UV diminue le risque seulement pour le cancer du côlon.

Chapitre III : Généralité sur les rayonnements UV.

❖ La lumière UV est fréquemment utilisée au laboratoire pour induire des mutations et son mécanisme d'action est le plus connu. Les conséquences les plus graves de l'exposition à la lumière UV, sont les modifications de l'ADN, molécule qui porte toutes les informations nécessaires à la vie des cellules et des individus (**Anguloetal., 2004**).

❖ Le rayonnement UV est utilisé en photothérapie contre certaines maladies comme le psoriasis, la dermatite atypique (**Nigro et al., 1998**).

❖ La désinfection par rayonnement UV présente actuellement meilleur rapport coût / performances ce qui explique le développement considérable de son utilisation avec, en 1996, plus de 1000 installations de traitement tertiaires, des plus petites (30m³/j) jusqu'aux plus grandes (300 000 m³/j) en Amérique du Nord et plus de 400 stations de traitement d'eau potable à travers le monde. Les domaines d'application de la technologie de désinfection par rayonnement UV s'élargissent au-delà du traitement tertiaire des eaux usées à des utilisations plus large comme la stérilisation des produits agro-alimentaires (**Unluturk, 2004**) et à l'industrie pharmaceutique.

❖ La majorité des études par exemple la technologie de désinfection par rayon UV utilisant l'UV porte sur le traitement des eaux usées ou sur l'aseptisation de l'eau potable en substitution du chlore.

L'efficacité est maximale entre 250 et 280 nm pour dénaturer l'ADN ou encore entraîner des modifications structurales membranaires induisant des pertes en composés cellulaires vitaux, ce qui conduit à la mort cellulaire (**Liu et al., 1993 ; Nigro et al., 1998**).

La désinfection par les rayons UV est un moyen efficace de contrôler les microorganismes pathogène présents dans l'eau (**Liu et al., 1993**).

Les microorganismes ne sont pas tous sensibles de la même façon aux rayons UV, par exemple il a été démontré que comparativement à *E. coli*, les virus, sont trois fois plus résistants aux rayons UV, Le poliovirus soient plus sensible au rayon UV que les autres (**Shaban et al., 1997**).

Plusieurs études démontrent que la dose UV appliqué aux microorganismes a un impact majeur sur le degré de photo réactivation, est un monomérisation directe des dimères de Thymines réalisée par la photolyase (ou enzyme de photo réactivation) la photolyase est une enzyme monomérique (**Voetet Voet, 1998**).

Chapitre III : Généralité sur les rayonnements UV.

Ce phénomène est atténué lorsque la dose UV augmente entre 300-500nm et s'effectue en deux étapes. D'un point de vue sociétal, certaines personnes considèrent le bronzage induit par l'exposition au rayonnement solaire comme un atout esthétique. Il est souvent considéré comme un facteur améliorant l'apparence. (**Goulart et Wang, 2010 ; Cafri, 2009 ; Börner et al., 2009**).

-Chapitre IV : Matériels et Méthodes.

IV-Matériels et Méthodes.

L'objectif de notre étude est de mettre en évidence une étude comparative entre l'effet thermique et l'effet des rayonnements ultraviolet (UV) sur la survie des bactéries *Escherichia coli* et l'intérêt de ces deux traitements dans l'industrie laitière afin d'éliminer les germes bactériennes (*Escherichia coli*).

IV.1-Lieu de travail :

Cette étude a été réalisée dans le laboratoire pédagogique du département de biologie, faculté des sciences à l'université AMMAR THELIDJI-Laghouat.

IV.2-Matériel biologique:

La bactérie utilisée dans cette étude est la souche de référence (*Escherichia coli* ATCC 25922) qui fait partie de la collection du laboratoire de microbiologie du département de biologie.

IV.3.Principe du travail :

Dans notre travail, nous allons étudier :

L'efficacité du traitement thermique et des rayonnements UV sur la charge microbienne, et nous allons étudier l'effet de la température en fonction du temps sur la survie de l'*Escherichia coli* et l'effet des rayonnements UV et l'impact de ces facteurs (temps, température, UV) sur la charge microbienne.

IV.4-Méthodes :

IV.4.1-Etude du traitement thermique sur *E.coli* :

La bactérie est cultivée en bouillons nutritif en tubes de 10 ml à 37 °c pendant 24 h. La concentration obtenue a été de 4-5 McFarland qui équivaut à $1.2-1.5 \cdot 10^9$ UFC/ml.

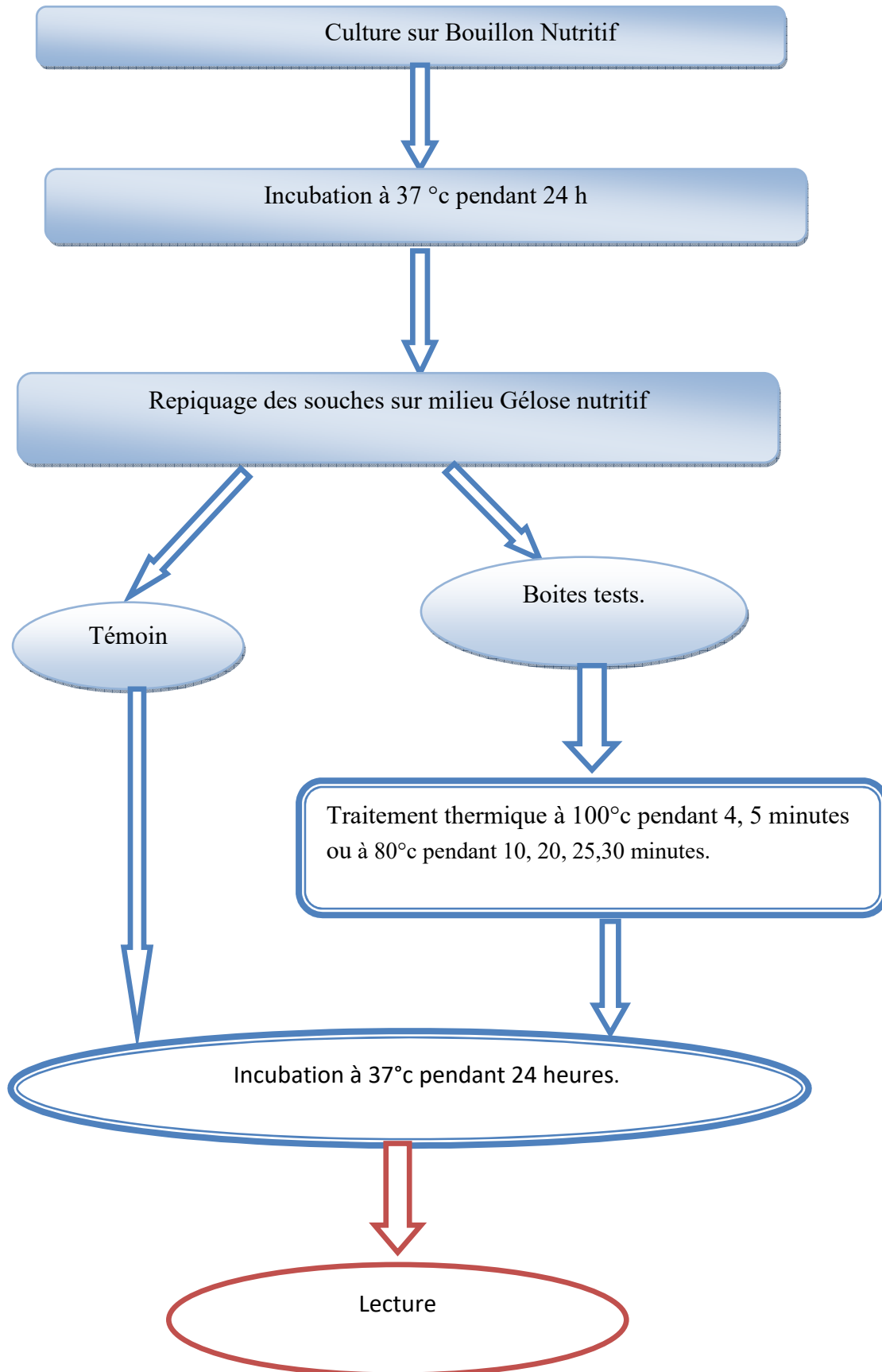


FIG 7 -Schéma résumant le protocole expérimental pour les souches microbiennes.

IV.4.2 -Traitement des échantillons :

IV.4.2.1- préparation des dilutions décimales:

Premièrement on fait la dilution de l'échantillon sans lait pour déterminer le temps nécessaire pour détruire l'*Escherichia coli* à 100 °c et à 80 °c.

La souche est traitée à différent temps : 100°c (3, 5, 7,10 minutes) et 80°c (30, 20, 15,10 minutes.) Deuxièmement ont fait la dilution de l'échantillon sur deux types de lait : lait écrémé et lait entier on prend 9 ml du lait et on ajoute 1 ml des bactéries dans le tube. La mortalité cellulaire a été évalué par la méthode des dilutions/étalements qui permet de quantifier l'aptitude des bactéries à se révirifier sur milieu gélosé PCA (plate count agar).

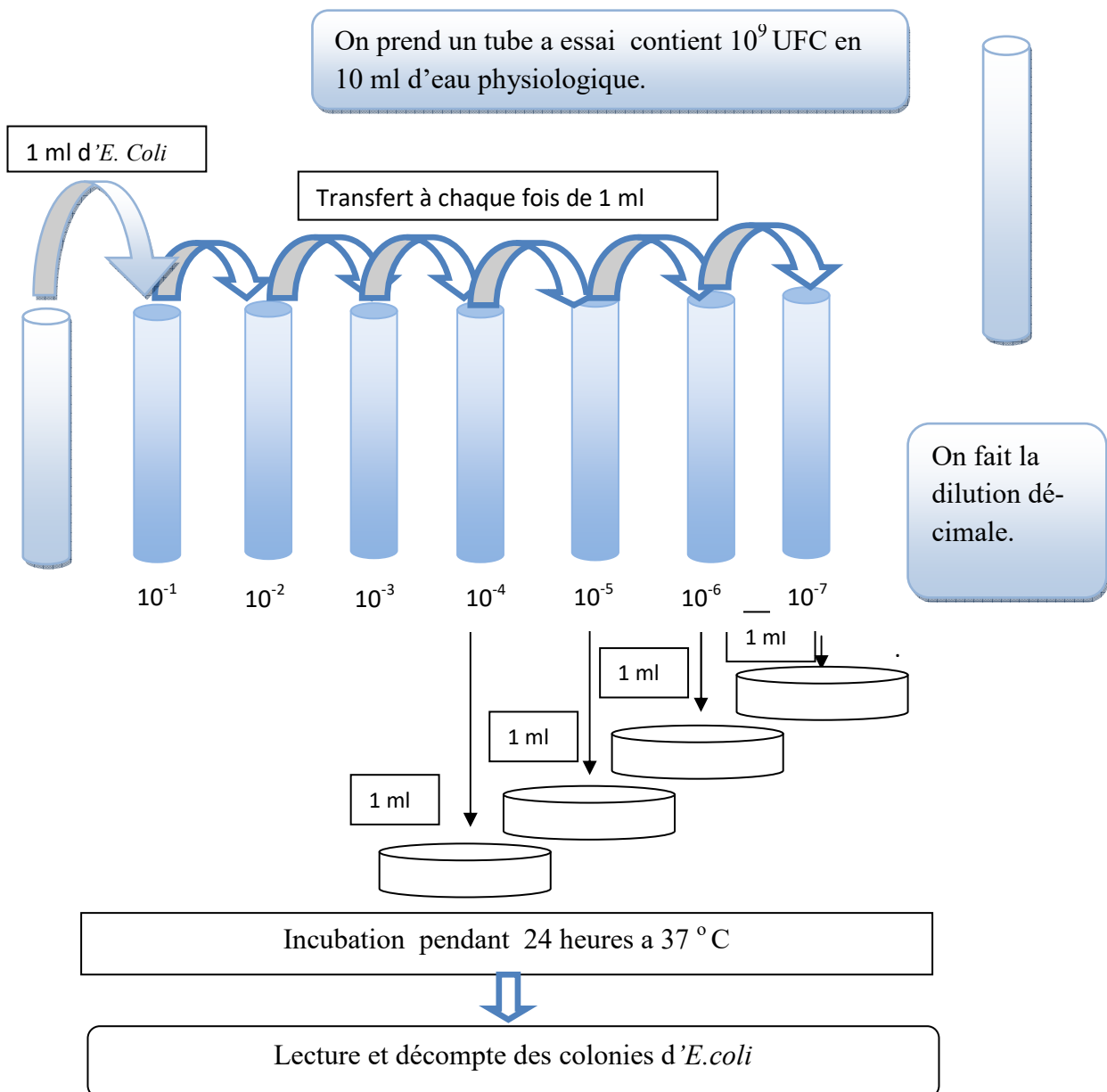


FIG 8 -Schéma représente le protocole expérimental utilisé pour le traitement thermique du lait

IV.4.3-étude de l'effet du rayonnement UV sur *E.coli* :

IV.4.3.1-Description de la lampe UV :

Ultraviolet ou lumière « UV » est une longueur d'onde du rayonnement. Il fait partie du spectre électromagnétique, qui comprend une micro-onde, rayonnement infra-rouge et lumière visible. Chaque longueur d'onde du rayonnement est composé d'un champ électrique et magnétique, avec énergie vont et viennent entre eux. Tous les rayonnements vibre à une fréquence particulière et se déplace à la vitesse de la lumière (**Boltonet, 1999**). La lampe est composée de deux tubes de lampe fluorescentes BLB (Black Light Blue) à rayonnement UV, émettant l'un, à 365 nm (UV-A) et l'autre à 254 nm (UV-C), avec filtre incorporé.

Ce dispositif permet de traiter des échantillons à distance et temps contrôlés, pour des UVC à 254 nm (figure 9).



Fig. 9 - L'appareil UV utilisé.

IV.4.2.2- Méthodes

Les bactéries sont cultivés sur Bouillon Nutritif à 37°C pendant 18h. Les souches sont ensemencés en surface sur le milieu Plate Count Agar dit PCA, et incubés à 37°C, ceci pendant 24 à 48 h. La concentration obtenue en bactéries est une moyenne de 1.4×10^9 UFC/ml

Chapitre IV : Matériels et Méthodes.

pour *Escherichia coli*, 8.3×10^5 UFC/ml. Les souches sont traitées du rayonnement UV aux différentes couples distances (1, 2 et 3 cm) et temps (5, 15, 45 et 60 secondes). La mortalité cellulaire a été évaluée par la méthode des dilutions/étalements qui permet de quantifier l'aptitude des bactéries à se revivifier sur milieu gélosé.

Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition calculé comme suit :

$$\text{Inhibition (\%)} = \frac{\text{UFC témoin} - \text{UFC teste}}{\text{UFC témoin}}$$

Le témoin correspond aux souches non-traitées et le test à ceux soumis aux UV (figure 9).

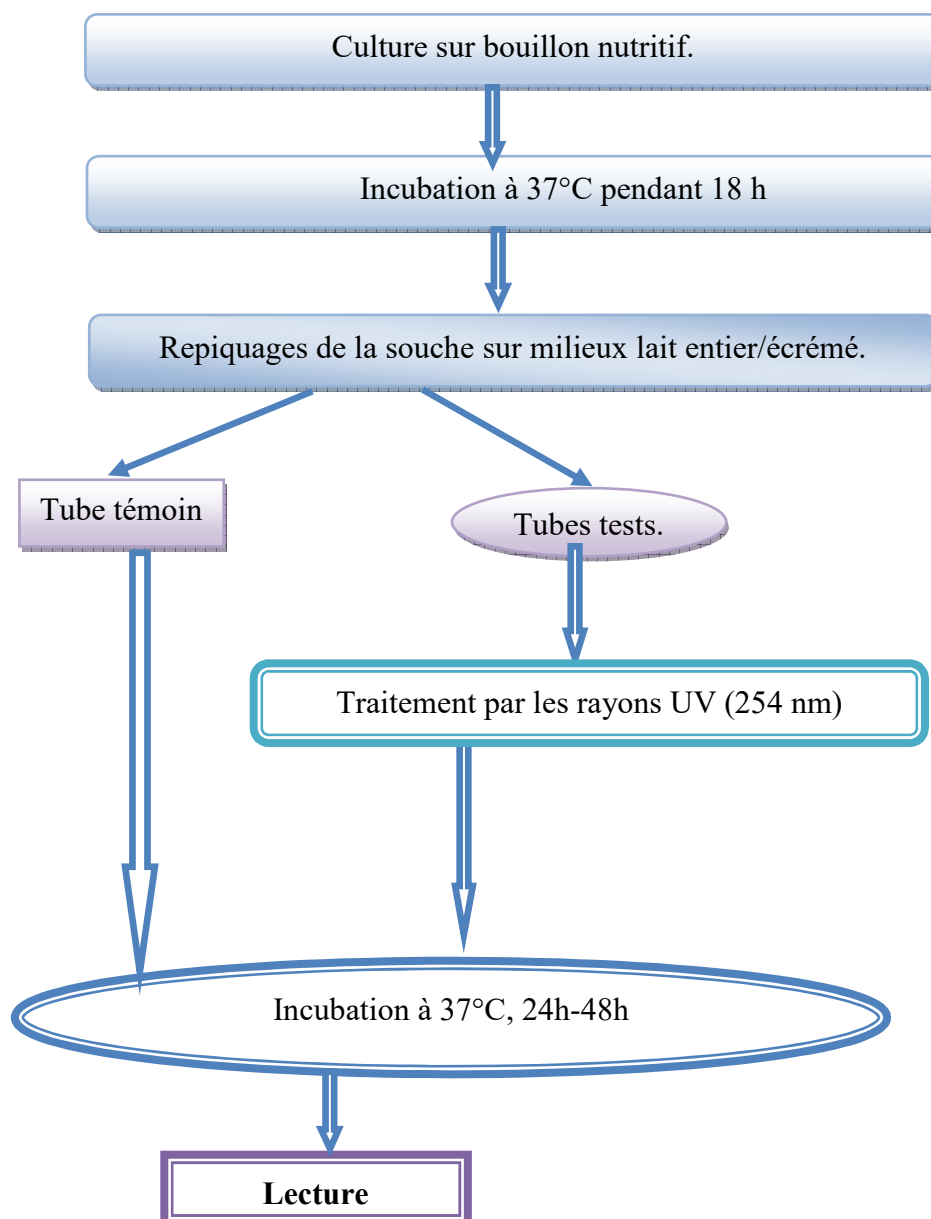


Fig. 10 - Schéma résumant le protocole expérimental pour la souche bactérienne.

V.1- Résultats de l'impact de température sur les microorganismes:

V.1.1- Tests sur les souches bactériennes :

V.1.1.1- L'effet de la température sur *Escherichia coli*:

Escherichia coli est un germe souvent associé à la qualité hygiénique du lait et est retrouvé comme un indicateur de contamination fécale.

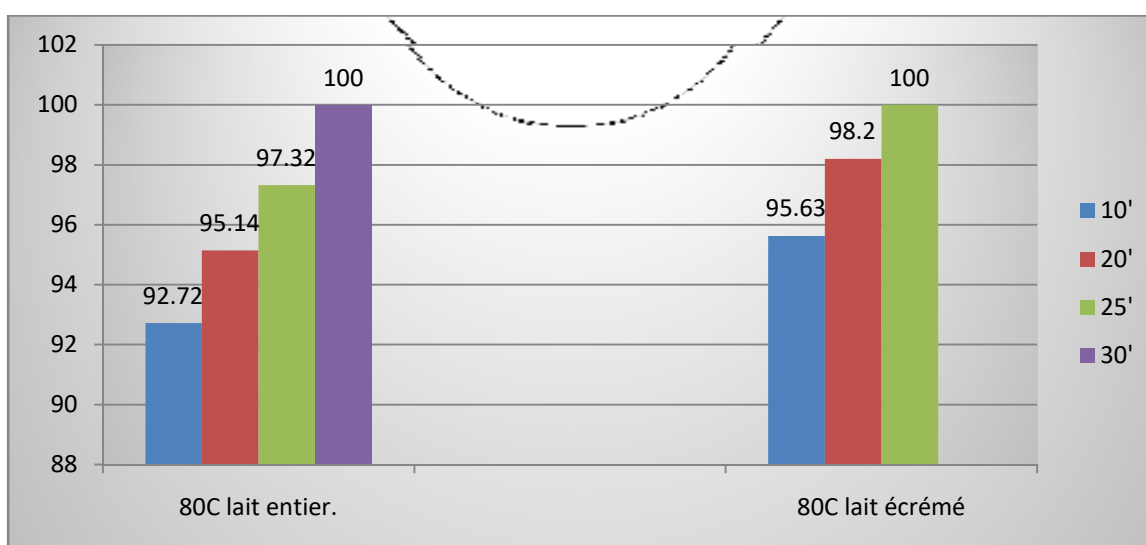


Fig. 11 -Représentation graphique des résultats en pourcentages d'inhibition de la souche *Escherichia coli* après l'exposition à la température 80°C à 10, 20, 25 et 30 minutes.

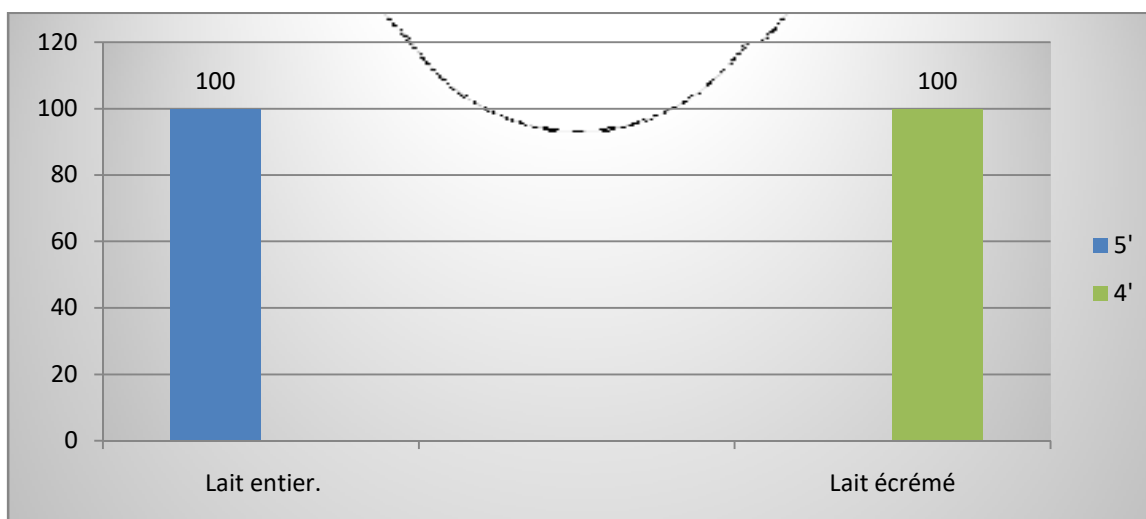


Fig. 12 -Représentation graphique des résultats en pourcentages d'inhibition de la souche *Escherichia coli* après l'exposition à la température 100°C à 4 et 5minutes.

On remarque pour la souche bactérienne *Escherichia coli* est sensible à la température au delà de 80°C ou le taux d'inhibition dépasse 92% à 10 et 20 minutes et il est maximale 100% à 25minutes pour le lait écrémé. Pour le lait entier le taux d'inhibition maximale est à 30 minutes.

Pour la température 100°C le taux d'inhibition est maximal à partir de 4 minutes pour le lait écrémé et 5 minutes pour le lait entier.



(A)

(B)

Fig. 13 - Résultats de la souche *Escherichia coli* A) témoin B) après l'exposition à la température 100°C à 5 minutes.

-Chapitre V : résultats et discussion.

V.2- Résultats de l'impact des rayons UV sur *Escherichia coli*:

1 Les valeurs de pourcentage d'inhibition sont variées avec la variation de la distance (1, 2 et 3 cm) et du temps d'exposition (5, 15, 45 et 60 secondes) des micro-organismes aux rayons UV (254 nm).

V.2.1- Tests sur les souches bactériennes :

V.2.2- L'effet de l'UV sur *Escherichia coli*:

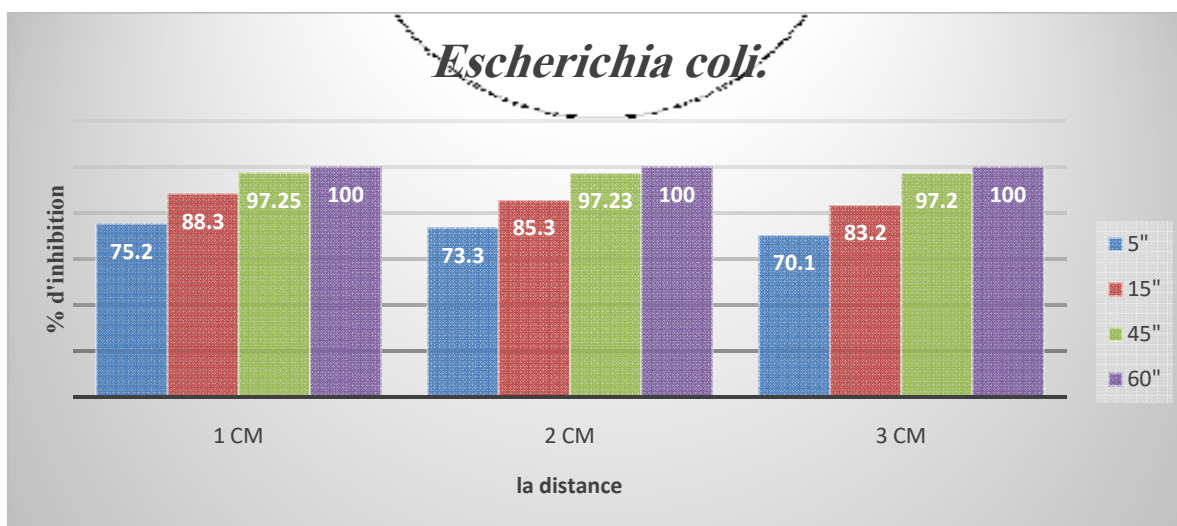


Fig. 14 -Représentation graphique des résultats en pourcentages d'inhibition de la souche *Escherichia coli* après l'exposition sur les rayons UV (5, 15, 45 et 60 Secondes) à différentes distances (1, 2 et 3 cm) dans le lait entier.

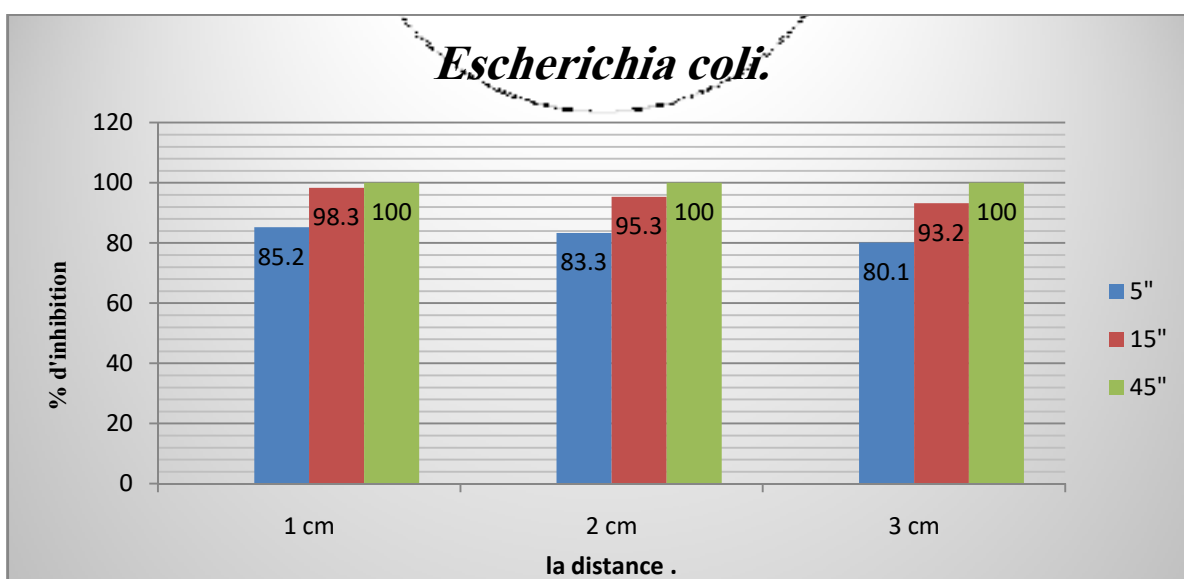


Fig. 15-Représentation graphique des résultats en pourcentages d'inhibition de la souche *Escherichia coli* après l'exposition sur les rayons UV (5, 15, 45 Secondes) à différentes distances (1, 2 et 3 cm) dans le lait écrémé.

On remarque pour la souche bactérienne *Escherichia coli* que à chaque fois on augmente la durée d'exposition au rayons ultraviolet, l'inhibition est plus en plus augmentée. Et avec un pourcentage d'inhibition important dans les temps plus de 15 secondes.

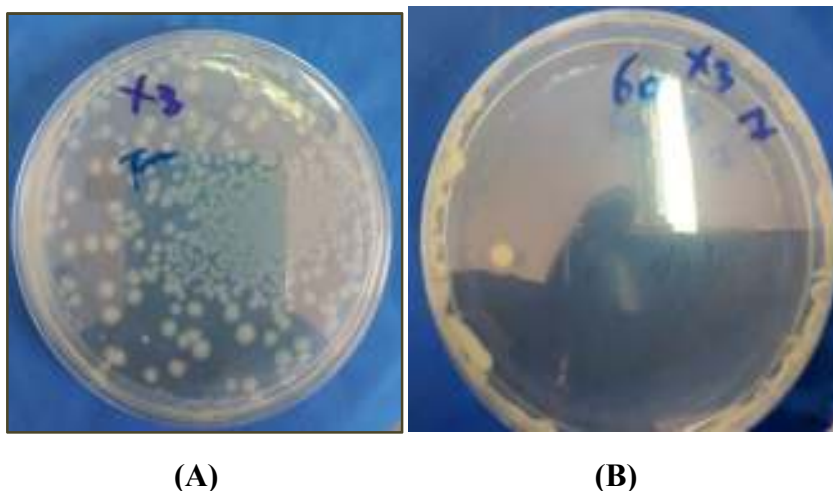


Fig. 16 - Résultats de la souche *Escherichia coli* A) témoin B) après l'exposition sur les rayons UV (60 Secondes) à distances (1cm).

V.2.2- Discussion des résultats :

Les résultats du traitement thermique à la température de 80°C indiquent que la souche bactérienne testée *Escherichia coli* est sensible à des taux d'inhibitions de 92,72% à 100% dans le lait entier par contre les valeurs d'inhibition vont de 95,63% à 100% pour le lait écrémé, avec des temps d'expositions allant de 25 à 30 minutes pour le lait écrémé et entier respectivement.

Pour la température de 100°C les résultats obtenus indiquent que l'*Escherichia coli* est sensible à la température à des taux d'inhibitions de 100% pour les deux types de lait entier et écrémé mais c'est le temps d'exposition qui varie il est de 5 minutes pour le lait entier et de 4 minutes pour le lait écrémé.

La différence des temps d'inhibitions totales de la croissance d'*Escherichia coli* entre le lait écrémé et le lait entier s'explique par la présence de la matière grasse dans le lait entier ce qui diminue le temps du transfert de chaleur dans le lait entier

D'une façon générale, la stabilité thermique des ribosomes correspond à la température maximale de croissance d'un microorganisme. Les membranes cytoplasmiques semblent être les sites majeurs de dommages causés par la chaleur humide.

Les microorganismes y sont plus sensibles qu'à la chaleur sèche, du fait la forte influence de l'activité de l'eau (**Lund et al., 2000**).

Les résultats du traitement par UV indiquent que la souche bactérienne testée est sensible aux UV de 70,15 % à 100 % d'inhibition pour *Escherichia coli* dans le lait entier. Par contre les valeurs d'inhibition vont de 80,1 % à 100 % pour le lait écrémé.

Cette inhibition est croissante avec le temps d'application. Il y a une différence significative entre le différent intervalle de temps, les temps minimums d'inhibition de la croissance d'*E. Coli* à 100 % sont de 60 secondes et 45 secondes pour le lait entier et le lait écrémé respectivement. Par contre il n'est pas une différence significative entre les distances d'expositions.

Les photons de la lumière UV ont suffisamment d'énergie pour casser certaines liaisons chimiques. Le type le plus courant des lésions de l'ADN dans les bactéries sous la lumière UV est un dimère pyrimidine, où deux bases adjacentes dans l'ADN de la bactérie deviennent réticulées.

La lumière UV peut également créer des cassures double brin de l'ADN. Si elles ne sont pas réparées, dimères pyrimidiques déforment la structure de la molécule d'ADN et empêchent la réplication de l'ADN pendant la division cellulaire, qui peut provoquer la mort cellulaire (**Vincent et al., 2000**).

Le pourcentage d'inhibition est important à partir de 15 secondes .C'est-à-dire plus l'exposition des souches bactériennes sous l'UV est lent plus le pourcentage d'inhibition est augmenté. Et par étude de la souche, et d'après la littérature, les rayons UV sont plus efficaces sur les bactéries Gram négatif (**Hassen et al., 2000**).

-Conclusion

Conclusion :

Dans un contexte global de sécurité alimentaire, associé à une recherche de nouveaux procédés d'amélioration de la qualité et du prolongement de la fraîcheur des aliments.

La désinfection par l'exposition aux UV est une des méthodes athermiques récentes pour la décontamination des aliments.

Le présent travail a pour but de comparer l'impact thermique et l'impact des UV sur la survie d'*Escherichia coli*.

A travers cette étude comparative on conclue que le traitement athermique par rayons UV est plus efficace et rapide. L'action bactéricide des UV sur *Escherichia coli* est très importante par apport à la chaleur et ne modifie pas les propriétés organoleptiques et nutritionnelles des aliments, donc les UV est l'une des les plus efficaces dans la décontamination.

-Références bibliographiques.

Références bibliographiques.

A

1-Abrahams, P.J., et Van der, E. A., (1976). Host-cell reactivation of ultraviolet-irradiated SV40 DNA in five complementation groups of *xeroderma pigmentosum*. *Mutat Res* 35: 13-22.

2-Agar, A. (2004). The basal layer in human squamous tumor harbors more UVA than UVB fingerprint mutations: A role for UVA in human skin carcinogenesis. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*.101. pp 4954-4959.

3-Angulo, F.J., Nargund, V.N., et Chiller, T.C. (2004). Evidence of an association between use of antimicrobial agents in food animals and antimicrobial resistance among bacteria isolated from humans and the human health consequence of such resistance, *J Vet Med*, 2004, 51, pp 374-379.

4-Aqualab. (2017). Microbial growth in controlled by water activity [En ligne] <http://www.aqualab.com/applications/microbial-growth/> (page consultée le 27 janvier 2017 à 22h36).

5-Armstrong, B. K. (1994). Stratospheric ozone and health. *Inter. Jour. of Epidem*, 23 (5), 873-85.

6-Aucamp, P. J., Björn, L. O., et Lucas, R. M. (2011). Questions and answers about the assessment. *Photochemical & Photobiological Sciences*, pp 10, 301.

7-Avril J.-L, Dabernat H, Denis F, Montiel H.,1992 :Bactériologie clinique, 2ème Edition, Edition Marketing, Paris. p 152

8-Awwa, P. (1990). Alternative disinfection technologies for small drinking water systems. Bay, FL. Nov. 1-3. Cité par Liu D..

B

9-Bergan, T. (1984). Classification of *Escherichia coli*. *Methods Microbiol.*, 14, pp 1-41.

10-Berthier, J., et Valla, G. (2001). Moisissures-Mycotoxines et aliments : du risque a la prévention. Université Claude Bernard Lyon I. *Apria*. P. 110-163

11-Bhatnagar, D., Yu, J., et Ehrlich, K. C. (2002). Toxins of filamentous fungi. *Chemistry and*

Blackburn.W. (2006). Food spoilage microorganism. Woodhead publishing in food science, technology and nutrition, Cambridge, England, 712 pages, (p119).

12-Boiron, P. (1996). Organisation et biologie des champignons. Nathan. Paris. P. 19-79.

13-Bolton, J. R. (1999). Light Compendium Ultraviolet Principles and Applications, Inter-American Photochemical Society Newsletter, Vol. 22(2).

14-Börner, F.U., Schütz, H., et Wiedemann, P. (2009). A population-based survey on tanning bed use in Germany. *BMC dermatology*, pp 9- 6.

15-Botton, B., Breton, A., Fevre, M., Gauthier, S., Guy, P., Larpent, J.P., Reymond, et Sanglier, P.,

16-Bourgeois, C.M., Mescle, J.F., et Zucca J. (1989). Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Lavoisier. Paris. P. 216-244.

17-Broes, A. (1993). Les *Escherichia coli* pathogènes du chien et du chat. Ann. Méd. Vét., 137: pp 377-384.

C

18-Cafri, G. (2009). Investigating the role of appearance-based factors in predicting sunbathing and tanning salon use. Journal of behavioral medicine, 32(6), pp 532-44.

19-Cahagnier, B., Dragaci, S., Frayssinet, C., Frémy, J.M., Hennebert, G.L., Lesage-Chang, J.C.H., Osoff, S.F., Lobe, D.C., Dorfman, M.H., Dumais, C.M., Qualls, R.G., et Johnson, J.D. (1985). UV inactivation of pathogenic and indicator microorganisms. Applied and Environmental Microbiology 49: pp1361–1365.

20-Carbonel X. (2007). Problématique de la sécurité des aliments en phase de création d'une chaîne de restauration rapide, thèse de doctorat vétérinaire. **École Nationale Vétérinaire d'Alfort**

21-Chapeland-Leclerc, F., Papon, N., Noel, T., et Villard, J. (2005). Moisissures et risques alimentaires (mycotoxines), Revue Française des Laboratoires, 373, 61-66.

D

22-D'Mello, J.P.F., et Macdonald, A.M.C. (1997). Mycotoxins. Animal Feed Science Technology, 69, 155-166.

23-Davet, P. (1996). Vie microbienne du sol et production végétale. INRA. Paris. P. 52-57.

24-Djelouat S. (2008). Les Entérobactéries : généralité. Laboratoire d'analyse médicale bactériologique. Version 6. 32-43.

25-Diffey, B., (2002). Human exposure to solar ultraviolet radiation. Journal of Cosmetic considerations", Proceedings, Water Quality Technology Conference, Awwa, Tampa Dermatology, 1, pp. 124-130.

26-Dragacci, S., Grosso, F., et Frémy J.M. (2005), Analyse et détection des mycotoxines, Technique de l'ingénieur.

27-Ducluzeau R. (2006). Des Bactéries Génotoxiques Dans Le Tube Digestif. Inra Prod. La Vie, 3p. In : Guitarni Hassina, 2007. Etude de l'effet des bactéries lactiques sur l'inhibition des bactéries impliquées dans la physiopathologie digestive in vitro. Mémoire de Magister en sciences alimentaires. **Université Hassiba Ben Bouali. Chlef.**

28-Dykstra Z; 2002. effective irradiance by clouds. Photochemistry and photobiology, 65(6), pp969-73.

E

29-EcL, (2004). Le laboratoire d'Escherichia coli. Université de Montréal.[En ligne] <http://www.ecl-lab.com/fr/ecoli/index.asp> (la page consultée le 16/05/2017 à 14h06).

30-El ghissassi, F., (2009). A review of human carcinogens-Part D: radiation. The Lancet Oncology, 10(8), pp 751-752.

F

31-Fair brother, J.M. (1993). Les colibacillooses du porc. Ann. Méd. Vét., 1993, 137, pp 369-375.

32-Farmer, J.J., Davis, B.R., Hickman-brenner, F.W., Worter, A., Huntley-carter , G.P., Asbury, M.A., Riddle, C., Wathe-grady, H.G., Elias, C., Fanning, G.R., Steigerwalt, A.G., O'hara, C.M., Morris, G.K., Smith, P.B., et Brenner, D.J. (1985). Biochemical identification of new species and biogroups of Enterobacteriaceae isolated from clinical specimens. *J. Clin. Microbiol.*,21, pp46-76.

33-Fauchère, J.L., et Avril, J.L. (2002). Bactériologie générale et médicale. Ellipses Edition Marketing S.A. :237-239. In : **Mohammed Salih BARKA, 2012.** Recherche et Caractérisation d'Escherichia coli Entérohémorragique O157:H7 dans les viandes bovines importées en Algérie. Thèse de Doctorat en Microbiologie. **Université d'Oran.**

34-Frazier, W.C. (1967). Food microbiology. Academic presse. London. P. 3-429.

G

35-Gallagher, R.P., et Lee, T.K., (2006). Adverse effects of ultraviolet radiation: a brief environmental effects of ozone depletion and its interactions with climate change. *Medical Mycology*, **38**, 41–46.

36-Ghebru, A., (1988). Contribution à l'étude du pouvoir pathogène des Escherichia coli. Mémoire De Maîtrise Des Sciences Vétérinaires En Microbiologie Immunologie, Nantes, 255-373 Pp.

37-Goulart, J.M., et Wang, S.Q. (2010). Knowledge, motivation, and behavior patterns of the general public towards sun protection. *Photochemical & photobiological sciences: Official journal of the European Photochemistry Association and the European Society for Photobiology*, 9(4),pp 432-8.

38-Grainger, R.G., Basher, R.E., et Mckenzie, R.L. (1993). UV-B Robertson-Berger meter characterization and field calibration. *Applied Optics*, 32(3), pp 343.

39-Guechi, Z. (2002). Microbiologie des viandes et des produits carnés. Cours nationales d'hygiène et de microbiologie des aliments. Institut Pasteur d'Algérie. 38:140-145. In : Bey Faiza, 2009. Etude de l'interaction antagoniste entre Lactibacillus sp. et quelques souches d'entérobactéries. Mémoire .de Magister en Microbiologie Alimentaire. **Université d'Oran EsSenia**

40-Guarro, J., Gené J., et Stchigel, A.M. (1999).- Developments in fungal taxonomy. *Clinical and Microbiological Review*, 12 (3), 454–500.

41-Guiraud, J. P. (1998). Microbiologie alimentaire. Dunod. Paris. P. 7-330.

42-Gyles, C. L., (2007). Shiga toxin-producing Escherichia coli: an overview. *J Anim Sci* 85:E45-62.

H

43-Halliday, G.M., et Rana, S., (2008). Waveband and dose dependency of sunlight induced immunomodulation and cellular changes. *Photochemistry and photobiology*, 84(1),pp35-46.

44-Hanes, D. (2003). Non typhoid Salmonella. In: Miliotis N., bier J.(Eds.); *International Handbook of Foodborne Pathogens*, Marcel Dekker: New York. pp 137-149.

45-Heuvelink, A.E., Zwartkruis-nahuis, J.T., Van den biggelaar, F.L., Van leeuwen, W.J., et De boer, E. (2002). Isolation and characterization of verocytotoxin-producing Escherichia coli O157 from slaughter pigs and poultry. *Int. J. Food Microbiol.* 52, pp67–75.

46-Heuvelink, A. E., Van den biggelaar, F.L., Zwartkruis-nahuis, J., Herbes, R.G., Huyben, R. N., Melchers, W. J., Monnens, L.A., et De boer, E. (1999). Occurrence of verocytotoxin-producing *Escherichia coli* O157 on Dutch dairy farms. *J Clin Microbiol* 36, pp 3480–3487.

47-Hijnen, W.A.M., Beerendonk, E.F., Medema, G.J. (2006). Inactivation credit of UV radiation for viruses, bacteria and protozoan cysts in water: a review. *Water Res.* 40, pp 3–22.

48-Hinrikson, H.P., Hurst, S.F., De Aguirre, L., et Morrison, C.J. (2005), Molecular methods for the identification of *Aspergillus* species, 43 (1), 129-137

49-Horneck, G., (1995). Quantification of the biological effectiveness of environmental UV radiation. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 31(1-2), pp43-49.

50-Huang, X., Wang, H., Yin, S., Chen, X., Chen, W., et Yang, H., (2009). Sterilization system for air purifier by combining ultraviolet light emitting diodes with TiO₂. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 84, pp1437-1440.

J

51-Jagger, J. (1967). Introduction to research in ultraviolet photobiology . Prentice-Hall inc. Englewood Cliffs, NJ. 164 p.

52-Johnsen, B., et Moan, J. (1991). The temperature sensitivity of the Robertson-Berger sunburn meter, model 500. *Journal of photochemistry and photobiology. B, Biology*, 11(3-4), pp 277-84.

K

53-Kimlin, M. G. (2008). Geographic location and vitamin D synthesis. *Molecular aspects of medicine*, 29 (6), pp 453-61.

54-Kripke, M., et Fisher, M. (1976). Immunologic parameters of ultraviolet carcinogenesis . *Journal of the National Cancer Institute*, 57(1), pp 211-5.

55-Kaan Tekinsen K, Elmali M, Ulukanli z., (2007). Microbiological Quality of UHT Milk Consumed in Turkey. *Journal of Food Safety*, Vol.7, p. 45-48.

56-Karch H., Tarr P.I. and Bielaszewska M. (2005). Enterohaemorrhagic *Escherichia coli* in human medicine. *Int J Med Microbiol.* 295: 405-418.

57-Katzin, L. I., Sandholzer , A.& M., S. (1942). Application of the decimal reduction time Principle to a study of the resistance of coliform bacteria to pasteurization . *Journal of Bacteriology* 45 , 265-272.

L

58-Lang Emilie. (2016). Compréhension de l'inactivation de bactéries pathogènes présentes dans des produits alimentaires déshydratés. *Ingénierie des aliments. Université de bourgogne. Français.*p.30,

59-Langseth, W., Hoie, R., et Gullord, M. (1995). The influence of cultivars, location and climate on deoxynivalenol contamination in Norwegian oats 1985-1990. *Acta Agriculturae Scandinavica, section B: Soil and Plant Science*, 45, 63-67.

60-Larpent J.P. (1997). Les bactéries lactiques. In : *Microbiologie alimentaire, Aliments fermentés et fermentations alimentaires (Tome 2), 2e édition*, (eds **Bourgeois C.M. et Larpent J.P.**), Lavoisier, Tec. & Doc., Paris. pp. 6-33. In : **Bey Faiza**, 2009. Etude de l'interaction antagoniste entre *Lactibacillus* sp. et quelques souches d'entérobactéries. Mémoire de Magister en Microbiologie Alimentaire. Université d'Oran Es-Senia

61-Laskin, A. et Lechevalier, H. (1994). Handbook of microbiology. 2' edition. Vol. 1. CRC Press. Ohio. p. 1-15

62-LeBlanc J.J. (2003). Implication of virulence factors in *Escherichia coli* O157:H7 pathogenesis. *Crit Rev Microbiol.* 29: 277-296.

63-Leveau, S. B. et Bouix, M. (1993). *Les microorganismes d'intérêt industriel.* Lavoisier

64-Levine, M.M. (1987). *Escherichia coli* that cause diarrhea: enterotoxigenic, enteropathogenic, enteroinvasive, enterohemorrhagic, and enteroadherent. *J. Infect. Dis.* 155: 377-389.

65-Levinem, M. (1987). *Escherichia coli* that cause diarrhea: enterotoxigenic, enteropathogenic, enteroinvasive, enterohaemorrhagic, and enteroadherent. *J. Infect. Dis.*, 1987, 155, pp 377-389.

66-Levy Caroline. (2010). Principaux facteurs influençant l'efficacité de la lumière pulsée pour la décontamination des microorganismes pathogènes et d'altération des denrées alimentaires. Ecole Doctorale. Science agricoles. **Université d'Avignon.** Français. 192 pages, p.8.

67-Le Minor, L., Popoff, M.Y., et Bockemuhl, J. (1990). Supplement 1989 to the Kauffmann-White scheme. *Res. Microbiol.* 141: 1173-1177.

68-Le Minor L. and Richard C. (1993). Méthode de laboratoire pour l'identification des Entérobactéries. **Institut Pasteur. Paris**, 310-324. In : **Bey Faiza, 2009.** Etude de l'interaction antagoniste entre *Lactibacillus* sp. et quelques souches d'entérobactéries. Mémoire de Magister en Microbiologie Alimentaire. **Université d'Oran Es-Senia.**

69-Linden, K.G., et Mofidi, R. (1999). Measurement of UV irradiance: tools and review. *Progress in biophysics and molecular biology*, 92(1), pp 119-31.

70-Liu, W.K., Tebbs, S.E., Byrne, P.O., et Elliott, T. S. J. (1993). The effects of electric current on bacteria colonising intravenous catheters. *Journal of infection*, vol. 27, n° 3, p. 261-269.

71-Lund, B. M., Baird-Parker, T.C. & Gould, G. W. (2000). The microbiological safety and quality of food. *J. Food Prot.* 54 :762-766.

M

72-Mainil, J.; Wilbaux, M.; Jacquemin, E.; Imberechts, H.; et Van bost, S. (1999). Les souches pathogènes d'*Escherichia coli* chez les chiens et chats : III) Données bactériologiques et cliniques sur les souches nécrotoxigènes et sur celles positives pour des adhésines. *Ann. Méd. Vét.* 145, p 343-354.

73-Mao Y., Zhu C. and Boedeker E.C. (2003). Foodborne enteric infections. *Curr Opin Gastroenterol.* 19:11-22.

74-Marchal N., Bourdon J. and Richard C. L. (1991). Les milieux de culture pour l'isolement et l'identification biochimique des bactéries. **Ed. Doin.** p. 65-149. In : In : **Bey Faiza, 2009.** Etude de l'interaction antagoniste entre *Lactibacillus* sp. et quelques souches d'entérobactéries. Mémoire de Magister en Microbiologie Alimentaire. **Université d'Oran Es-Senia.**

75-Marie, F. (2010). Purification de l'air ambiant par l'action bactéricide de la photocatalyse. **Masson. Paris.** P. 12-426.

76-Martínez-lozano, J.A., Tena, F., et Marín, M.J. (2002). UV index experimental values during the years 2000 and 2001 from the Spanish Broadband UVB radiometric network. *Photochemistry and Photobiology* 76:pp 181-187.

77-Masselot, M., (2008). <http://www.edu.up.mc.fr>, accédé octobre 2008.

78-Matsumura, Y., et Ananthaswamy, H.N. (2004). Toxic effects of ultraviolet radiation on the skin. *Toxicology and applied pharmacology*, 195(3), 298-308.

79-Mcswane D., Rue N. , Linton ,R. (2000). *Essentials food safety and sanitation*. New Jersey: Prentice Hall Inc.

80-Meeran, S.M., Punathil, T., et Katiyar, S.K., (2008). IL-12 deficiency exacerbates inflammatory responses in UV-irradiated skin and skin tumors. *The Journal of investigative dermatology*, 128(11), pp 2716-27.

81-Meessen, L., Multon, J.L., Richard-Molard, D., et Roquebert, M.F. (1998). *Moisissures des aliments peu hydratés*. Lavoisier Tec&Doc. France,.

82-Merigaud JP, Lemoine T, Aguer D, Gillis JC, Jouanneau F, Koubbi L, Lepecheur E, Madiot T., (2009). Spécification technique de l'achat public laits et produits laitiers Groupes d'étude des marchés de restaurations collective et de nutrition (GEM RCN).

83-Meunier-Goddik L, Sandra S. (2002). Liquid Milk Products I Pasteurized Milk. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Amsterdam: Academic Press 3, 1627-1632.

84-Mignot, R.T. (2006). On the appearance of branch cuts for fractional systems as a mathematical limiting process based on physical grounds. In *IFAC Fractional Differentiation and its Applications*, Ankara, Turkey.

85-Milley, L.G.et L.H.Sekla. (1993). An enzyme-like immunosorbent assay isolation procedure for verotoxin in *Escherichia coli* O157:H7. *J.Bacteriol.* 177:3004-3009.

N

86-Nataro J.P, and Kaper J.B. (1998). Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Clin Microbiol Rev.* 11: 142-201. In : **Mohammed Salih BARKA**, 2012. Recherche et Caractérisation d'*Escherichia coli* Entérohémorragique O157:H7 dans les viandes bovines importées en Algérie. Thèse de Doctorat en Microbiologie. **Université d'Oran**

87-Nauciel C. (2000) : *Bactériologie médicale* . Masson .Paris. 276 pages,pp.129

88-Nauta, M.J. and Dufrenne, J. (1999). Variability in growth characteristics of different *E. coli* O157:H7 isolates, and its implications for predictive microbiology. *Quantitative Microbiology* 1, 137-155.

89-Nigro, F., Ippolito, A., et Lima, G. (1998). Use of UV-C light to reduce Botrytis storage rot of table grapes », *Postharvest Biology and Technology*, vol. 13, n° 3, p.171-181.

90-Molbak K., Mead P.S. and Griffin PM. (2002). Antimicrobial therapy in patients with *Escherichia coli* O157:H7 infection. *JAMA.* 288: 1014-1016.

91-Norval, M. (2006). The mechanisms and consequences of ultraviolet-induced immunosuppression. *Progress in biophysics and molecular biology*, 92(1), pp108-18.

O

92-Ould Mustapha,A., N'diyae D., Ould Kory B., (2012). Etude de la qualité du lait pasteurisé des industries laitières situées à Nouakcote (Mauritanie) *Sciences du vivant Biologie*. Editions Mersenne: Volume 4 N 0120804 ISSN 2111 – 4706.

P

93-Pasteur P. (1981). Milieux de culture au laboratoire. **Edition Pasteur** p : 44-49. In : **Bey Faiza**, 2009. Etude de l'interaction antagoniste entre *Lactibacillus* sp.et quelques souches d'entérobactéries. Mémoire de Magister en Microbiologie Alimentaire. **Université d'Oran EsSenia**

94-Pearse, A., Gaskell, S., et Marks, R. (1987). Epidermal changes in human skin following irradiation with either UVB or UVA. *The Journal of Investigative Dermatology* 88, 83-87.

95-Perez, R. (1997). Comparing satellite remote sensing and ground network measurements for the production of site/time specific irradiance data. *Solar Energy*, 60 (2) ,pp89-96.

96-Perry, J. J., Staley J. T., et Lory, S. (2004). Microbiologie. Dunod. France.

97-Peterson, S.W. (2006). Multilocus sequence analysis of *Penicillium* and Euro *penicillium* species, *Rev. Iber. Micol.*, 23 (3), 134-8.

98-Philippe Robichaud-Rincon. (2012). Impact des stress environnementaux et thermiques sur l'efficacité des systèmes antimicrobiens chez *Escherichia coli* :Approches transcriptomiques. Mémoire présenté à la faculté des études supérieures et postdoctorales de l'Université Laval dans le cadre du programme de maîtrise en microbiologie agroalimentaire pour l'obtention du grade de Maître es sciences (M.Sc).pp 5-6,9-11.

99-Pilet C., Bourdon J.L., Toma B., Marchal N. and Balbastre C. (1981). Bactériologie médicale et vétérinaire. Biologie appliquée. ISBN 2-7040-0362-9. In : **Bey Faiza**, 2009. Etude de l'interaction antagoniste entre *Lactibacillus* sp.et quelques souches d'entérobactéries. Mémoire de Magister en Microbiologie Alimentaire. **Université d'Oran Es-Senia.**

100-Pitt, J.I., Basilico, J.C., Abarca, M.L., et Lopez, C. (2000). Mycotoxins and toxigenic fungi.

101-Pohl, P. (1993). Les souches pathogènes d'*Escherichia coli*, histoire et classification. *An. Méd.Vété.* 137:325-333. In : **Mohammed Salih BARKA**, 2012. Recherche et Caractérisation d'*Escherichia coli* Entérohémorragique O157:H7 dans les viandes bovines importées en **Algérie**. Thèse de Doctorat en Microbiologie. **Université d'Oran.**

102-Prescott., Harley., Lein., Wiley., Sherwood., Woolverton, (2010). Microbiologie, 3e édition de Boeck Université de France, 154-155.

103-Punt, P. J., Van Biezen, N., Conesa, A., Albers, A., Mangnus, J., et Van den Hondel, C. (2002). Filamentous fungi as cell factories for heterologous protein production. *Trends Biotechnol.* 20 (5): 200-206.

R

104-Rabe, J.H. (2006). Photo aging: mechanisms and repair. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 55(1), pp 1-19.

105-Ranieri ML, Huck JR, Sonnen M, Barbano DM, Boor KJ., (2009). High temperature, short time pasteurization temperatures inversely affect bacterial numbers during refrigerated storage of pasteurized milk. *J. Dairy Sci.*, 92(10): 4823-4832.

106-Rauth, A.M. (1965). The physical state of viral nucleic acid and the sensitivity of viruses to ultraviolet light. *Biophysical Journal* 5, pp 257-273.

107-Riba, A. (2008). Recherche sur les champignons producteurs d'aflatoxines et d'ochratoxines A dans la filière blé en Algérie, thèse de doctorat université.

108-Russell,N. (1990). Cold adaptation of microorganisms. *Phil.Trans. R. Soc, Londre, UK.* 436:595-611.

S

109-Sabburg, J., Parisi, A.V., et Wong, J. (2001). Effect of cloud on UVA and exposure to humans. *Photochemistry and photobiology*, 74(3), pp 412-6.

110-Sandeceawag, F. (2005). Désinfection solaire de l'eau : Guide pour l'application de SODIS.

111-Savoie Fanny. (2011). Optimisation du protocole de recherche des Escherichia coli Producteurs de Shiga-toxines (STEC) dans les aliments. Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de Bourgogne. Discipline : Sciences de la vie. Spécialité : Microbiologie. pp5, 16.

112-Seckmeyer, G., Erb, R., et Arbold, A. (1996). Transmittance of clouds is wave length dependent in the UV-range. *Geophysical Research Letters*, 23(20), pp 2753-55.

113-Setlow, R.B. (1974). The wavelengths in sunlight effective in producing skin cancer: a theoretical analysis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 71 (9), 3363-6. SANDEC.

114-Shaban, A.M., El-taweel, G.E., Ali, G.H. (1997). UV ability to inactivate micro-organisms combined with factors affecting radiation. *Water. Sci. Technol.* 35, 107-112.

115-Shayeb, H. (2000). Thèse de doctorat ès-sciences « Etude expérimentale et modélisation de la désinfection d'eaux naturelles, d'eaux potables et d'eaux usées épurées ». Université

116-Schmidt VSJ, Kaufmann V Kulozik,U, Scherer S, Wenning M., (2012). Microbial Biodiversity, quality and sheif life of microfiltered and pasteurized extended shelf life (ESL) milk from Germany, Austria and Switzerland. *International Journal of Food Microbiology*. 154:1-9.

117- Siddappa V, Nanjegowda DK, Viswanath p., (2012). **Occurrence of aflatoxin M1 in - some samples of UHT, raw & pasteurized milk from Indian states of Kamataka and Tamilnadu. Food and Chemical Toxicology 50: 4158-4162**

118-Simon M, AP Hansen., (2001). Effect of Various Dairy Packaging Materials on the Sheif Life and Flavor of Ultrapasteurized Milk. *Journal of Dairy Science* Vol. 84, No. 4.

119-Strahm W., Eberhard P., (2010). Technologies du lait prêt à la consommation, Agroscope Liebefeld-Posieux ALP. ISSN 1661-0814. p12.

T

120-Tomasula P M, Kozempel M F, Konstance R P, Gregg D , Boettcher S. Baxt B, Rodriguez L., (2004). Thermal Inactivation Of Foot-and-Mouth Disease Virus in Milk Using High Temperature, Short-Time Pasteurization. *J. Dairy Sei.* 90:3202-3211.

121-Thiel, S., Steiner, K., et Seidlitz, H.K. (1997). Modification of global very thermally effective irradiance by clouds. *Photochemistry and photobiology*, 65 (6), pp 969-73.

U

122-Unluturk, S. K., Arastoopour, H., et Koutchma, T. (2004). Modeling of UV dose distribution in a thin-film UV reactor for processing of apple cider. *Journal of Food Engineering*, 65, pp 125-136 .

V

123-Vandercammen M., (2011). quel Lait choisir Crioc centre de recherche et d'information des organisation de consommateurs.015-11.pl-3

124-Vayssier, J.J., et Veau, P. (1999). Moisissures utiles et nuisibles. Importance industrielle. *Immunology*, **81**, 167–206

125-Voet, D., et Voet, J.G. (1998). *Biochimie*. DeBoeck Université, 2ieme Édition, pp 1038-1039.

X

126-Xue, A., Voldeng, H., et Pandeya, R. (2001). Summary selected *Fusarium* research project sat AAFC. Agriculture and Agri-food Canada.

Y

127-York, N.R; et Jacobe, H.T. (2010). UVA1 phototherapy: a review of mechanism and therapeutic application. *International journal of dermatology*, 49 (6), pp 623-30.

Z

128-ZANONI, B., C. Peri, C. Garzaroli et S. Pieracci. (1993) .A dynamic mathematical model of the thermal inactivation of *Enterococcus faecium* during Bolognas ausage cooking. *LWTFood Science &Technology*. 30:727-734.

129- Zelenka, A. (1999). Effective Accuracy of Satellite-Derived Hourly Irradiances Theoretical and Applied Climatology, 62(3-4), pp 199-207.

Résumé.

Titre: Étude comparative entre l'effet de la température et des rayons UV sur la survie de l'*E. coli*

Résumé :

Dans un contexte global de sécurité alimentaire ; associé à une recherche de nouveaux procédés d'amélioration de la qualité et de prolongement de la fraîcheur, le présent projet a pour but de comparer les effets antimicrobiennes entre la température et des rayons ultraviolets (UV) de la bactéries Gram négatif de la souche (*Escherichia coli*) a été soumise à deux température 100°C et 80°C pendant (4, 5, 10, 20, 25 et 30 minutes) en milieu lait écrémé et entier pour le traitement thermique. Pour le traitement par rayon UV les bactéries ont été soumises à quatre temps de traitement (5, 15, 45 et 60 secondes) et trois distance de la lampe UV (1, 2 et 3 cm).les résultats obtenus montrent que la souche bactérienne est thermosensible à partir de 80°C de traitement, mais aussi sensible aux rayons UVC à partir de 15 seconde de traitement. Donc on conclut que l'action antibactérienne de la température et des rayons UV sont très importantes.

Mots clés : UV, *Escherichia coli*, stérilisation, traitement thermique, pasteurisation.

Title: Comparative study between the effect of temperature and UV on the survival of *E. coli*.

Summary:

In a global context of food security, coupled with the search of new quality improvement process and extending the freshness, this project aims to compare the antimicrobial effect between the temperature and ultraviolet rays. Gram negative bacteria (*Escherichia coli*) were subjected at two temperatures 100 °C and 80°C. For 4, 5, 10, 20, 25 and 30 minutes in skimmed and whole milk for the heat treatment. For the UV treatment the bacteria were subjected to four treatment times (5, 15, 45 and 60 seconds) and three UV lamp distance (1, 2 and 3 cm). The results obtained show that the bacterial strain is heat sensitive from 80 ° C treatment, but also sensitive to UVC radiation from 15 second treatment. So we conclude that the antibacterial action of temperature and UV rays are very important.

Key words: UV, *Escherichia coli*, sterilization, pasteurization, thermal treatment.

العنوان: دراسة مقارنة بين تأثير درجة الحرارة والأشعة فوق البنفسجية على بقاء *E. Coli* حية.

ملخص:

في السياق العالمي للأمن الغذائي يهدف هذا البحث إلى تحسين جودة و نوعية الغذاء، و إبقائها طازجة أطول مدة ممكنة، و أيضًا تقليل خسائر ما بعد الحصاد، و هذا الهدف يتحقق عن طريق مقارنة التأثير المضاد للميكروبات بين درجة الحرارة والأشعة فوق البنفسجية. تعرضت البكتيريا سالبة الجرام (*Escherichia coli*) لدرجتين منويتين من 100 درجة مئوية و 80 درجة مئوية. لمدة (5.7 ، 10.20 دقيقة) في الحليب الخالي من الدسم والحليب الكامل الدسم (المعالجة الحرارية). و كذا تعريض البكتيريا للعلاج بالإشعاع فوق البنفسجي (1.2 و 3 سم) ، تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن السلالة البكتيرية حساسة للحرارة من 80 درجة مئوية كما أنها أيضا حساسة للأشعة فوق البنفسجية.

لذلك نستنتج أن العمل المضاد للبكتيريا في درجة الحرارة والأشعة فوق البنفسجية مهم جدا.

كلمات مفتاحية: الأشعة فوق البنفسجية، *Escherichia coli*

